GRAĐEVINAR

2 ČASOPIS SAVEZA GRAĐEVNIH INŽENJERA I TEHNIČARA SR HRVATSKE
GODINA XVIII
VELJAČA 1966



HIDROELEKTRANA »SPLIT« — BRANA NA RIJECI CENTI KOD PRANČEVIĆA, IZVOĐAČ:

9580

»GRAĐEVINAR«

GOD. XVIII BROJ 2

SADRŽAJ

Članci

SURADNICI!

OLAKŠAJTE RAD REDAKCIJSKOM ODBORU I UREDNIKU

Ako želite da Vaš članak bude što prije objavljen, držite se uputa:

DVA PRIMJERKA tipkana na stroju potpuno spremna za štampu neohodno su potrebna;

tipkanje PROREDOM sa slobodnim RUBOM 5 cm ŠIRINE s lijeve strane omogućuje unošenje potrebnih korektura na jasan i pregledan način;

CRTEŽI IZRAĐENI TUŠEM jedino mogu da se upotrebe za izradu klišeja; slova i brojke na crtežima moraju biti tako veliki, da nakon smanjenja na format lista (8 odn. 16,5 cm širine) budu najmanje 1 mm visoki; svi naknadni ispravci crteža idu na račun autora;

fotografije kontrastne na sjajnom papiru daju dobre klišeje;

popis crteža i slika s rednom numeracijom olakšava orijentaciju, pa se izbjegava zametanje; sve slike priložiti odvojeno od teksta;

jasno i koncizno izražavanje u duhu jezika olakšava čitanje i povećava razumljivost, a štedi i na skupocjenom prostoru u listu.

Svi se objavljeni radovi honoriraju po tarifi, originalne slike se računaju kao tekst.

Molimo autore da prilikom slanja rukopisa naznače potpunu adresu, broj žiro računa i nadležnu općinu.

RUKOPISI SE NE VRAĆAJU, zadržite za sebe kopiju!

Časopis izdaje: Savez građevnih inženjera i tehničara SRH, Zagreb, Berislavićeva ul. 6.
Glavni urednik: Prof. dr ing. Ervin Nonveiller
Tehnički urednik: Ante Nejašmić

Tek. rač. kod SDK 3071-608-331

Štamparija »VJESNIK« Zagreb

»GRAĐEVINAR«

ČASOPIS SAVEZA GRAĐEVNIH INŽENJERA I TEHNIČARA HRVATSKE

ZAGREB

BERISLAVIĆEVA 6

Telefon 38-114

Tekući račun 3071-608-331

12 BROJEVA GODIŠNJE S AKTUELNIM I INTERESANTNIM SADRŽAJEM

Izlazi svakog mjeseca

Godišnja pretplata iznosi

Za poduzeća i ustanove

Prvi pretplatni primjerak	N. Din	150
svaki daljnji primjerak	„	50
za ostale pretplatnike	„	18
za đake Građevinske srednje tehničke škole i studente Građevinskog fakulteta	„	6
za inostranstvo	„	60
pojedini broj za .poduzeća	„	5
za ostale	„	2,50

»GRAĐEVINAR« ima razvijenu oglasnu službu s s ovim kategorijama oglasa

1. Oglašivanje privredne djelatnosti
2. Ponuda i potražnja materijala, najam strojeva i inventara, oglasi licitacije
3. Ponuda i potražnja namještenja

PRETPLATITE SE NA GRAĐEVINAR

OGLAŠAVAJTE U GRAĐEVINARU

GRAĐEVINAR

God. XVIII Veljača 1966 Broj 2

Uredništvo »Građevinara«, u nastojanju da čitaocima prikaže probleme i rješenja s područja izvođenja velikih građevina u našoj zemlji, rado je prihvatilo inicijativu građevnog poduzeća »Hidroelektra« iz Zagreba, da u jednom broju časopisa prikaže, serijom članaka, svoja iskustva iz 20-godišnjeg rada na obnovi i izgradnji, pretežno na području hidroelektrana.

Uvjeti izvođenja građevnih radova u velikoj su mjeri evoluirali u tom periodu. U početku je udio strojeva u proizvodnom procesu bio minimalan. Danas se na svim našim gradilištima primjenjuju strojevi za sve teže radove. Za ilustraciju kako su se izvođači u to vrijeme snalazili, preštampan je u ovom broju i članak: Pneumatsko žbukanje — rezultati ispitivanja kvalitete, iz »Građevinara« br. 8/1949. god. Taj članak prikazuje jednostavni uređaj za izradu kvalitetne žbuke, za što danas građevinarstvo raspolaže puno efikasnijim uređajima.

Vjerujemo da će ovaj broj naići na interes naših čitalaca. Istodobno se koristimo ovom prilikom da pozovemo sve naše stručnjake građevne operative, da što aktivnije sudjeluju u našem časopisu svojim prilozima iz svakodnevne prakse

Sve članke za ovaj broj napisali su stručnjaci tehničko-inženjerskog rukovodećeg kadra GP »Hidroelektra«, Zagreb.

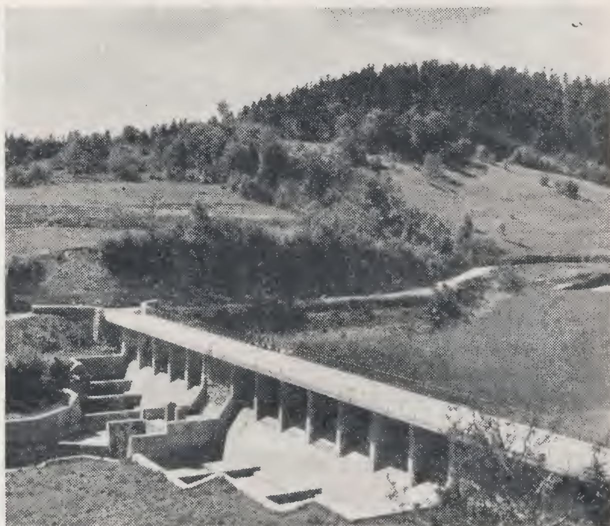
UREDNIŠTVO

U POVODU 20-GODIŠNJICE RADA GRAĐEVNOG PODUZEĆA »HIDROELEKTRA« – ZAGREB

Građevno poduzeće »Hidroelektra« osnovano je odlukom bivšeg Ministarstva građevina NR Hrvatske i počelo je djelovati 1. IV 1946. godine, sa zadatkom izgradnje hidroenergetskog sistema »Nikola Tesla« (»Vinodol«), tada prvog najvećeg pothvata hidroenergetske izgradnje u oslobođenoj domovini.

U doba osnivanja ovog poduzeća, činili su njegovo jezgro uglavnom samo stručni kadrovi i sredstva bivšeg Električnog poduzeća Hrvatske, koji su radili na projektiranju i već započeli građenje hidroenergetskog sistema »Nikola Tesla«, i to samo na objektima čvora strojarnice. Treba napomenuti da su ovi kadrovi bili malobrojni, a još neznatnija su bila naslijeđena osnovna sredstva; raspolagalo se malim brojem najosnovnijih rabljenih građevinskih strojeva, većinom trofejnog porijekla i proizvedenih još prije rata, od kojih su mnogi bili na granici potpunog istrošenja.

U prvim godinama nakon osnivanja, poduzeće se posvetilo isključivo izgradnji hidroenergetskog sistema »Nikola Tesla«. Zadaci postavljeni pred malobrojni i nedovoljno opremljeni kolektiv bili su, u stvari, ogromni. Ovo ne samo zbog velikih količina radova koje je trebalo izvesti u relativno kratkom roku uz minimalnu snabdjevenost građevinskom mehanizacijom, već i radi toga, što su se takvi hidrograđevinski radovi praktički po prvi puta izvodili kod nas i što u tom pogledu nismo imali nikakva iskustva. Inženjersko-tehnički i ostali kadrovi »Hidroelektre« susretali su se s novom tehnologijom izvođenja i novim problemima koje je trebalo u najkraće vrijeme osvojiti. Da bi se to ostvarilo, trebalo je često vlastitim snagama projektirati i konstruirati pojedine specijalne strojeve i uređaje, koje zbog poznatih poslijeratnih teškoća nije bilo moguće uvesti iz inozemstva. »Hidroelektra« je od svog početka često nastupala kao pionir, i po prvi puta primjenjivala nove postupke izvođenja. Tako je npr. kao prvo poduzeće kod nas već 1947. god. obavljalo injekcione radove brana (vezne injekcije i injekcioni ekran), izvela kod nas prve torkretne radove i izvela prvu našu veliku podzemnu strojarnicu. U kasnijim godinama, Hidroelektra je kao prvo od



Sl. 1 Brana Bajer — HE »Nikola Tesla«

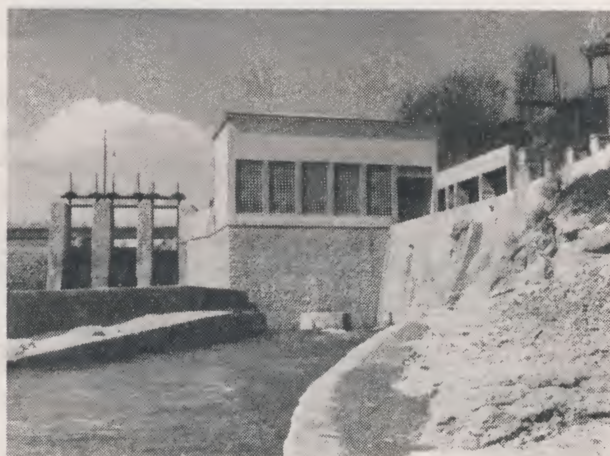


Sl. 2 Brana Lokvarka — HE »Nikola Tesla«

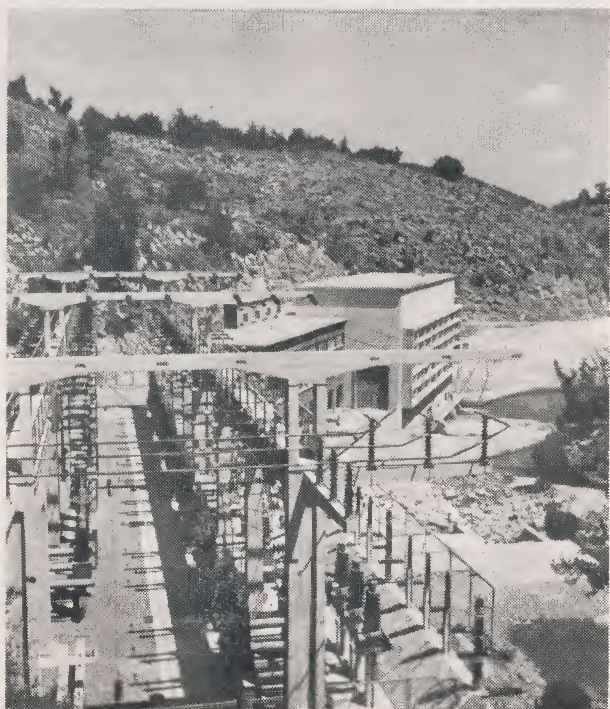
naših poduzeća uvodilo suvremene mehanizirane metode pri građenju hidrotehničkih tunela.

S vremenom dolazi do naglijeg razvitka poduzeća, ali opremanje mehanizacijom još uvijek zaostaje za potrebama. Uslijed toga poduzeće je upošljavalo izvjesno vrijeme i preko 5000 radnika, među njima veliki broj radnih brigada naše omladine, te članova SSRNJ i SKJ.

God. 1948. izdvojen je odlukom nadležnog republičkog organa, iz poduzeća Hidroelektra, Odjel za projektiranje hidroelektrana. Iz kolektiva ovog odjela došlo je kasnije do osnivanja projektnog poduzeća »Elektroprojekt«, Zagreb. Do početka 1950. godine, tj. do uvođenja radničkog samoupravljanja, poduzeće je pod administrativno-operativnim rukovodstvom bivših republičkih organa. Godine 1950, odlukom ovih organa, poduzeću Hidroelektra je pripojeno poduzeće »Tunel«, Zagreb. Ovo je poduzeće bilo započelo izgradnju tunela kroz Zagrebačku goru i izvodilo druge značajne objekte u Zagrebu. Početkom 1950. dolazi do izbora prvog radničkog savjeta i do prijelaza na radničko samoupravljanje. U prvim godinama svog djelovanja brojio je radnički savjet 90 članova, a upravni odbor 7 članova. U kasnijim se godinama ovaj broj mijenjao prema izmijenjenim potrebama i uslovima, nastojeći kod toga postići najveću efikasnost rada ovih organa. U 1965. imao je radnički savjet 38, a upravni odbor 10 članova. Potrebno je naglasiti, da su u Hidroelektri već 1951. bili osnovani tzv. pogonski radnički savjeti u sklopu pojedinih većih organizacionih jedinica, dakle znatno ranije nego što je ovakav način radničkog samoupravljanja ozakonjen.



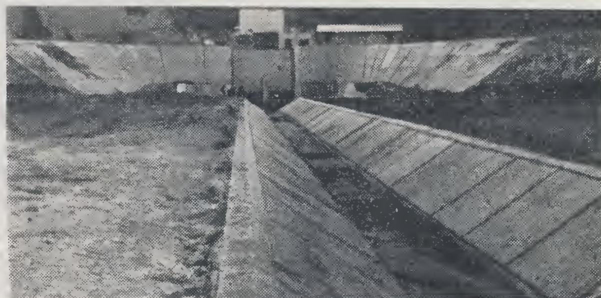
Sl. 3 HE »Ozalj II«



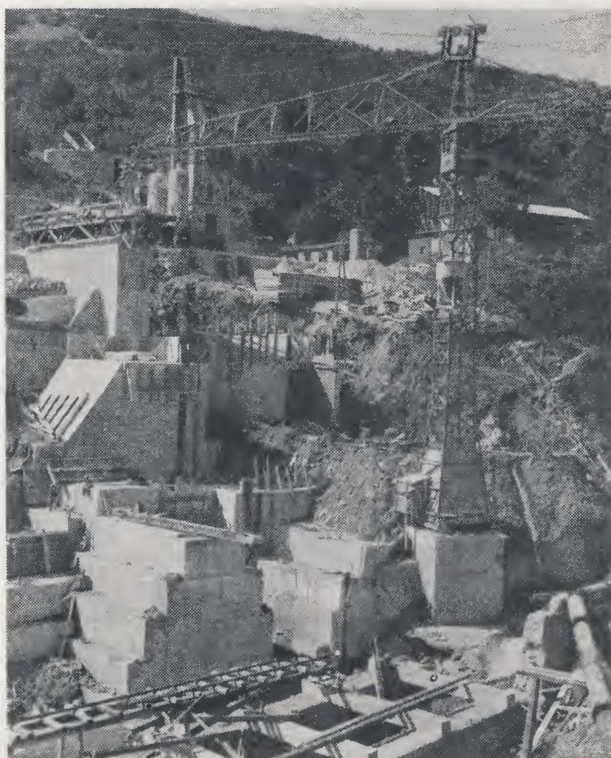
Sl. 4 Strojarnica i rasklopni uređaj — HE »Gojak«

Sl. 5 Brana Prančevići — HE «Split«

Poznato je da se u građevinskim poduzećima uobičajena velika fluktuacija radne snage uglavnom negativno odražavala ne samo na kvalitet i rokove izvođenja radova nego i na kvalitetu i efikasnost rada organa radničkog samoupravljanja. I u »Hidroelektri« je bilo teškoća. Međutim, s vremenom se poduzeće sve više mehaniziralo, te bitno smanjilo broj radne snage, a naročito one nestručne. Danas je u poduzeću broj nestručnih radnika smanjen na minimum, a broj stručnih radnika porastao je višekratno. Poduzeće je u takvim uslovima steklo znatno veći broj stalnih radnika, fluktuacija je znatno opala. U takvim poboljšanim uslovima neminovno se podigao i kvalitet rada svih organa radničkog samoupravljanja. Djelovanje ovih organa došlo je do punog izražaja u razmatranju i rješavanju pitanja koja su u vezi s neposrednim izvođenjem radova, i svih onih ostalih pitanja koja se pojavljuju u cjelokupnoj djelatnosti poduzeća. Prilikom rješavanja nekih zadataka organi upravljanja poduzeća povjeravali su pojedina pitanja na obradu stalnim i povremenim komisijama. U toku razvoja radničkog samoupravanja stalno se povećavao broj ovih komisija, tako da ih je u 1965. bilo već 11, i to: Komisija za unapređenje radničkog samoupravljanja, Komisija za provođenje disciplinskih postupaka, Komisija za unapređenje stimulativnog obračuna i raspodjele osobnih dohodaka, Komisija za kadrove, Komisija za HTZ, Komisija za nabavu, rashod i otuđenje osnovnih sredstava i rezervnih dijelova, Komisija za raspodjelu i korištenje sredstava zajed-



Sl. 6 Ulaz tunela kroz Velebit — HE »Senj«



Sl. 7 Brana Valići u izgradnji — HE »Rijeka«



Sl. 8 Glavna vodovodna mreža u Zagrebu

ničke potrošnje, Komisija za vanjsko tržište, Komisija za odlikovanja, Komisija za prijem na rad u radnu organizaciju, i Komisija za socijalnu zaštitu. Na ovaj način bio je uključen velik broj radnika, neposrednih proizvođača iz svih organizacionih jedinica, posredno u organe upravljanja, te je na taj način bio proširen broj upravljača i znat-

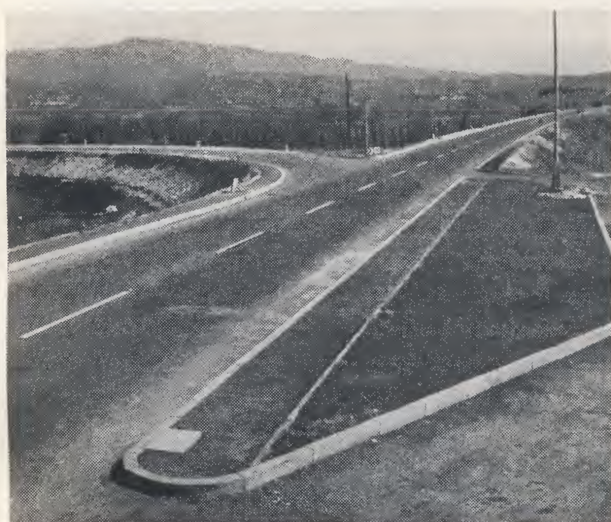
Sl. 9 Glavni sabirni kanal u Zagrebu



Sl. 10 Odbrambeni nasipi uz rijeku Savu kod Zagreba

no povećan interes radnika za sve ono, što se zbiva u poduzeću i za sve ono što treba uraditi, da poslovanje bude još uspješnije.

U nastojanju da rad organa samoupravljanja bude što potpuniji, djelovao je u poduzeću i stručni kolegij, koji je redovito analizirao stanje ispunjenja plana, donosio odluke u cilju što operativnijeg djelovanja, te davao organima samoupravljanja prijedloge za donošenje odgovarajućih odluka i zaključaka. Pored rješavanja pitanja vezanih za ispunjenje plana građenja, organi samoupravljanja posvetili su pažnju poboljšanju standarda radnika i izobrazbi kadrova. U cilju poboljšanja smještaja i prehrane radnika na gradilištima pojedinih organizacionih jedinica, uložena su znatna sredstva za obnovu i nabavu inventara. Poduzeće je nadalje, davanjem znatnih sredstava, omogućilo dobru prehranu radnika, uz prihvatljive cijene. Velika sredstva uložena su za izgradnju



Sl. 11 Autoput Zagreb—Ljubljana

stambenih zgrada u Zagrebu i u Rijeci za smještaj najzaslužnijih i najpotrebnijih radnika. S obzirom na ogromne potrebe i ograničena raspoloživa sredstva poduzeća, nije bilo moguće dosad ovo pitanje riješiti na zadovoljavajući način. U 1965. godini započela je u Zagrebu izgradnja stalnog stambenog centra za radnike-samce. Iz fonda zajedničke potrošnje data su znatna sredstva radnicima u obliku zajma za izgradnju kuća ili kupnju stanova.

Izobrazbi kadrova posvećana je posljednjih godina znatna pažnja, te su za izobrazbu svake godine povećavana sredstva. Suvremeni brzi i mehanizirani način građenja zahtjeva sve veći broj inženjersko-tehničkog kadra i više stručnih radnika. Stoga izobrazba građevinskih kadrova ostaje i za budućnost jedno od pitanja koje će trebati rješavati s potrebnom pažnjom.



Sl. 12 Most preko rijeke Save na Autoputu kod Zagreba

Poduzeće je u početku imalo svega jednu veću organizacionu jedinicu, i to na gradilištima hidroenergetskog sistema »Nikola Tesla«. Nakon pripajanja poduzeća »Tunel« i preuzimanja njegovih gradilišta u Zagrebu, osnovana je 1950. u Zagrebu jedna stalna organizaciona jedinica — Građevna uprava Zagreb. Ova uprava izvodila je pretežno komunalne radove na području grada, ali i druge vrlo značajne niskogradnje. Kad su po nalogu tadašnjeg AOR-a bili preuzeti veliki radovi na izgradnji skladišta naftinih derivata kraj Bakra, osnovana je 1952. god. još jedna veća organizaciona jedinica. Po završetku pretežnog dijela tamošnjih radova, preseljena je ova uprava na Rijeku, kao stalna organizaciona jedinica, koja posluje pod nazivom Građevna uprava Rijeka, i to za izvođenje svih vrsti niskogradnje na užem i širem području grada Rijeke, Istre i sjevernog dijela Hrvatskog primorja. Poduzeće ima, prema tome, osim direkcije u Zagrebu, i dvije stalne operativne organizacione jedinice, i to Građevnu upravu Zagreb i Građevnu upravu Rijeka.



Sl. 13 Cestovni tunel u Zagrebu



Sl. 14 Nadvožnjak preko Autoputa u Zagrebu

Za ispunjenje pojedinih velikih zadataka, kao npr. izgradnja hidroelektrane »Gojak«, hidroelektrane »Split I« i hidroelektrane »Senj«, poduzeće je osnivalo na odnosnim terenima odgovarajuće građevne uprave s potrebnim brojem gradilišta, koje su djelovale do završetka ovih radova. Za ispunjenje značajnijih radova, srazmjerno kraćeg trajanja, kao npr. radova na obnovi Skoplja, izgradnji Jadranske turističke ceste, i dr., osnivana su samostalna gradilišta.

»Hidroelektra« se od prvotno usko specijaliziranog poduzeća za izgradnju hidroelektrana s vremenom razvila u poduzeće za izvođenje i svih ostalih niskogradnji. Ovo najbolje pokazuju ovi pokazatelji o vrsti izvedenih radova:

	1947.	Prosjek 1952-1959.	Prosjek 1960-1964.	1965.
Hidroelektrane	100%	74%	46%	30%
Vodovodi, kanalizacija i ostale vodogradnje	—	7	19	20
Cestogradnje i mostovi	—	7	13	15
Industrijske gradnje i ostale niskogradnje	—	11	21	35
Visokogradnje	—	1	1	—
Svega %	100	100	100	100

Razvoj i neke pokazatelje poslovanja »Hidroelektre« od 1952. godine nadalje, dajemo u sl. 22. Naročito se zapaža brz porast bruto produkta poduzeća iza 1959 godine. Ovo se može smatrati posljedicom sve šireg zahvatanja cjelokupnog područja niskogradnje. Izvjesna stagnacija u prethodnom razdoblju bila je uzrokovana ne samo odgovarajućim prilikama na tržištu nego donekle i preuskim proizvodnim programom poduzeća. U novije vrijeme, uvedeno stimulativno nagrađivanje i organizacija rada po ekonomskim jedinicama pridonijeli su povećanju zalaganja cijelog ko-



Sl. 15 Jadranska turistička cesta (Baška Voda — Makarska)



Sl. 16 Most Vepric na Jadranskoj turističkoj cesti



Sl. 17 Kombinat Organsko kemijske industrije u Zagrebu

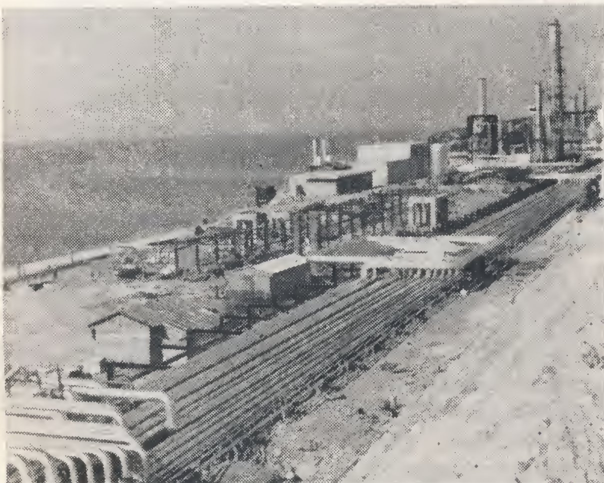
lektiva, boljem korištenju raspoloživih kapaciteta mehanizacije i povećanju proizvodnosti rada.

U toku svog 20-godišnjeg djelovanja poduzeće je izgradilo na polju svoje prvotne specijalne djelatnosti, tj. izgradnje hidroelektrana, pretežni dio hidroelektrana u SR Hrvatskoj, i to:

HIDROENERGETSKI SISTEM »NIKOLA TESLA« (VINODOL) na području Gorskog Kotara i Hrvatskog primorja, koji iskorištava vodnu snagu združenih vodotoka Lokvarke (kod Lokava) i Ličanke (kod Fužina) s instal. protokom $Q_i = 15$ m³/sek. na bruto padu od preko 700 m. Instalirana snaga u 2 strojarnice je 88 MW, a prosječna godišnja proizvodnja je 200 GWh. Zbog godišnjeg izjednačenja protoke, izgrađena su 2 akumulaciona jezera (sl. 1, 2). U pogonu od 1952. godine.

HIDROELEKTRANA »OZALJ II«, pribransko postrojenje na rijeci Kupi kod Ozlja kraj Karlovca. Instalirana snaga je 5 MW, a godišnja proizvodnja 22 GWh. U pogonu od 1951. godine (sl. 3).

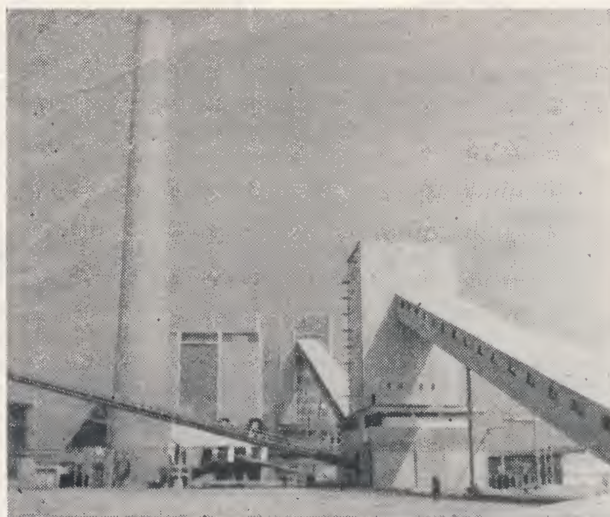
HIDROELEKTRANA »ZAVRELJE«, derivaciono postrojenje u Mlinima kraj Dubrovnika s instaliranom snagom od 3 MW i godišnjom proizvodnjom od 17 GWh. U pogonu od 1952. godine.



Sl. 18 Rafinerija nafte Urinj, Rijeka

HIDROELETRANA »GOJAK«, derivaciono postrojenje koje koristi združene vode rijeka Mrežnice i Dobre u neposrednoj blizini Ogulina (sl. 4). Izgrađene su dvije brane i dva akumulaciona jezera, te preko 10 km dugi tunelski dovod. Na bruto padu 135 m instalirana je snaga 48 MW i prosječna godišnja proizvodnja oko 190 GWh. U pogonu od 1958. godine.

HIDROELEKTRANA »SPLIT I«, derivaciono postrojenje na rijeci Cetini sa strojarnicom kraj Omiša. Hidroelektra je sudjelovala u izgradnji ovog postrojenja, te izvela branu na rijeci Cetini, i 1/3 preko 10 km dugog tunelskog dovoda (sl. 5). Uz instalirani protok od 100 m³/sek u I fazi izgradnje, ova hidroelektrana ima snagu od 210 MW i godišnju proizvodnju od 1500 GWh. U pogonu od 1961. godine.

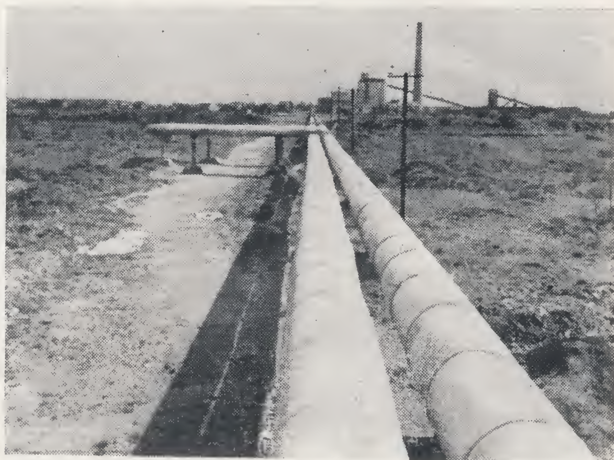


Sl. 19 Drobilana ugljena Termoelektrane — Toplane u Zagrebu

HIDROELEKTRANA »SENJ«, derivaciono postrojenje koje koristi združene vode rijeka Like i Gacke u strojarnici kraj Senja. Hidroelektra je sudjelovala izgradnjom preko 15 km tunelskog dovoda, te akumulacije i kanala u Gusić polju (sl. 6). Na bruto padu od 500 m postizava se instalirana snaga od 216 MW i godišnja proizvodnja od 1000 GWh. U pogonu od kraja 1965. godine.

HIDROELEKTRANA »RIJEKA«, derivaciono postrojenje na rijeci Rječini u neposrednoj blizini grada Rijeke, a sa strojarnicom u samom gradu. Hidroelektra izvodi kompletnu izgradnju; od glavnih objekata ističu se betonska brana, 3,2 km dugi dovodni tunel i podzemna strojarnica (sl. 7). Na bruto padu od 229 m, instalirana snaga iznosi 36 MW i prosječna godišnja proizvodnja energije oko 160 GWh. Dovršenje se predviđa krajem 1966. godine.

Od ostalih niskogradnji poduzeće je izvelo značajnije objekte i radove:



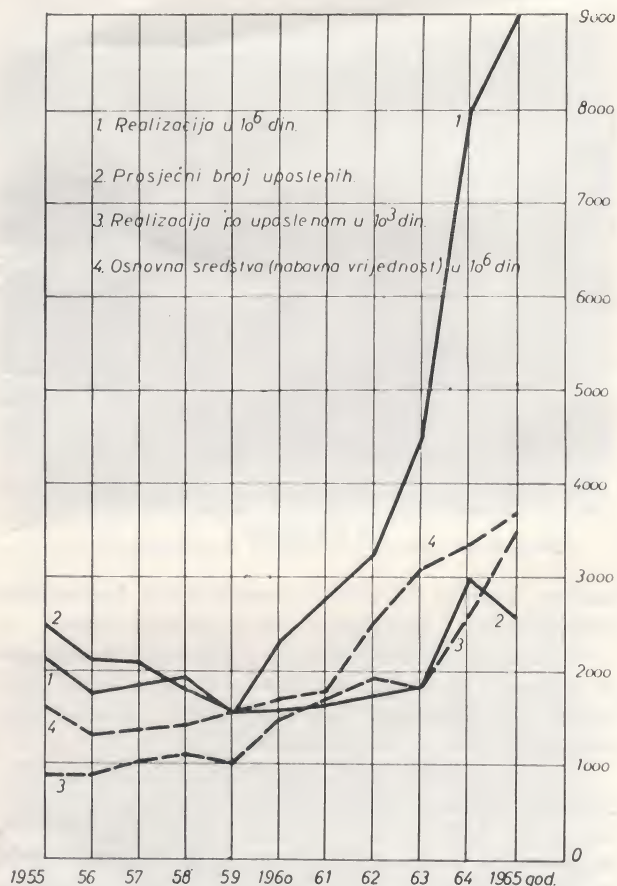
Sl. 20 Vrelovodi u Zagrebu

V o d o v o d i i k a n a l i z a c i j e

Grupni vodovod Oštarije-Tounj
Vodovod Bakra i Kraljevice
Glavna vodovodna mreža u Zagrebu (sl. 8)
Glavni sabirni kanali u Zagrebu (sl. 9)
Sekundarna kanalska mreža u Zagrebu
Rekonstrukcija vodovoda i kanalizacije grada Rijeke
Izgradnja vodosprema u Rijeci
Radovi na obnovi Skoplja (vodovod i kanalizacija prigradskog naselja Mađari)



Sl. 21 Drobilana agregata i betonara — HE »Split«



Sl. 22 Grafikon razvoja »Hidroelektre«

Vodovod Rijeka-Opatija (sudjelovanje)
Vodovod Rijeka-Šoići.

M e l i o r a c i j e i r a z n e h i d r o g r a d n j e

Odvodni kanali za Vodnu zajednnicu »Vuka«, Osijek
Odvodni kanali u sistemu »Lonjsko Polje«, Sisak
Odbrambeni nasipi i građevine uz rijeku Savu i Unu
Odbrambeni nasipi uz rijeku Savu kod Zagreba (sl. 10).

C e s t o g r a d n j e i m o s t o v i

Autoput Zagreb-Ljubljana (sl. 11)
Stupovi mosta preko rijeke Save na Autoputu kod Zagreba (sl. 12)
Cestovni tunel u Zagrebu (sl. 13)
Nadvožnjak preko Autoputa u Zagrebu (sl. 14)
Jadranska turistička cesta (Dionica Baška Voda—Makarska (sl. 15)
Most Vepric na Jadranskoj turističkoj cesti (sl. 16)
Cestovni most na Muri kod Letenja (inundacioni dio)
Cestovni mostovi u sistemu »Lonjsko Polje«
Cestovni mostovi na Krapini
Cestovni mostovi na Sutli.

Industrijske gradnje i ostale niskogradnje

Podzemna i nadzemna skladišta naftnih derivata kod Bakra

Kemijski kombinat organske industrije Zagreb (sudjelovanje) (sl. 17)

Rafinerija nafte Urinj kod Rijeke (sl. 18)

Crpna stanica, drobilana i mazutno gospodarstvo, Termoelektrane-Toplane u Zagrebu (sl. 19)

Vrelovodi i parovodi u Zagrebu (sl. 20)

Rekonstrukcija Elektrane u Zagrebu

Tvornica dušičnih gnojiva, Kutina (u izgradnji--sudjelovanje).

U sastavu poduzeća organizirana je kao, posebni pogon, Glavna remontna radionica u Zagrebu. Ova radionica je opskrbljena najsuvremenijim alatnim strojevima i alatima, koji omogućuju popravke građevne mehanizaije. Uz ovu radionicu organizirano je i skladište rezervnih dijelova. Dobra opskrbljenost ovog skladišta je jedan od preduvjeta za brzo obavljanje popravaka. Na žalost, ima u tom pogledu stalnih teškoća jer domaća industrija građevnih strojeva ne polaže dovoljno pažnje dobroj i pravovremenoj opskrbljenosti tržišta potrebnim rezervnim dijelovima, a dobivanje onih iz uvoza je vrlo neredovito i podleži čestim ograničenjima.

»Hidroelektra« preko svog projektnog biroa, obavlja projektne usluge prvenstveno iz oblasti niskogradnje, ali i iz drugih područja. Ove projektne usluge vezane su redovito na ugovore za kompletni inženjering pojedinih objekata. Takvim uslugama »Hidroelektre« služe se stoga najviše njeni dugodišnji investitori, koji u tom vide garanciju pravovremene i kvalitetne izrade projekata i izvođenja same gradnje, bez neopravdanog povećanja investicionih troškova. Znatni kapaciteti ovog projektnog biroa angažirani su na projektnim zadacima u vezi organizacije gradilišta, naročito onih velikih i značajnih objekata.

»Hidroelektra« je u posljednjih 10 godina povećala svoj bruto produkt za više od 4 puta, te danas dostigla vlastitu godišnju proizvodnju od preko 8 milijardi dinara. Po opsegu i stupnju opremljenosti građevnom mehanizacijom spada među jedno od najbolje opremljenih građevnih poduzeća u državi. Po stalnosti svoje organizacione forme i programa »Hidroelektra« je jedno od najstarijih građevnih poduzeća u SFR Jugoslaviji.

METODE GRAĐENJA HIDROTEHNIČKIH TUNELA

1. Uvod

U ovom prikazu opisat ćemo razvoj metoda građenja hidrotehničkih tunela na gradilištima »Hidroelektre«, od oslobođenja do danas, i konačno dostignuti stupanj suvremenih mehaniziranih metoda građenja tunela.

Poznata je tehnička zaostalnost naše države u periodu do oslobođenja. Razumljiva je u tom periodu i nedovoljna spremnost naše građevne operative za izvođenje gigantskih objekata zacrtanih planovima razvoja. Ovo se odnosi naročito na izvođenje hidroelektrana. Velike pothvate trebalo je započeti s malobrojnim i nedovoljno iskusnim kadrovima, te uz minimalno učešće raspoložive mehanizacije, i to uglavnom zastarjelih i neprikladnih tipova.

U takvim uslovima shvatljivo je, da je »Hidroelektra«, koja je osnovana početkom 1946. god. za izgradnju hidroenergetskog sistema »Nikola Tesla« (Vinodol), započela radove na realizaciji ovih obimnih i složenih radova uglavnom standardnim metodama uz učešće pretežno ručnog rada i angažiranjem vrlo velikog broja radnika, i to pretežno nekvalificiranih. Zbog nedostatka izvedbenih projekata, koji su izrađivani skoro paralelno s izvođenjem radova, kao i zbog naročitog forsiranja izvođenja radova pod svakim uslovima, te zbog općenitog nedostatka stručnog inženjersko-tehničkog kadra, nije bilo moguće u ono vrijeme obaviti u dovoljnoj mjeri studijske pripreme u cilju primjene efikasnijnih i suvremenijih metoda građenja. Istini za volju treba priznati, da bi realizacija takvih nastojanja bila teško provediva u ono vrijeme zbog oskudice i najosnovnijih građevnih i ostalih materijala.

Tokom vremena, postavilo se i zaoštrilo pitanje troškova građenja i rentabilnosti objekata koji se izvode. S tim u vezi bilo je usko povezano i pitanje roka građenja i puštanja u pogon postrojenja. Rezultati obnove i općeg razvitka naše zemlje povećali su materijalne mogućnosti za investiranje u studijske i projektne radove i njihovo pravovremeno dovršenje, te postepenu nabavu suvremenih građevnih strojeva i opreme.

U »Hidroelektri« se izvjesni prelom u organizaciji izvođenja radova očitavao početkom izgradnje hidroelektrane »Gojak«, 1953 god., i to pri izgradnji 9,6 km dugog dovodnog tunela, svijetlog promjera 4,50 m, tada najdužeg tunela u našoj zemlji. U okviru tehničkog odjela poduzeća osnovan je tada projektni odjel, koji je na osnovu projektne dokumentacije razradio tehnološke procese rada i projekte potrebnih pripremnih radova, uključiv i projekte strojnih uređaja i opreme vlastite konstrukcije i proizvodnje, kao npr. drobilana agregata, betonara, čeličnih teleskopskih oplata i sl. Kod ovih nastojanja postojao je naravno izvjestan prelazni period. Poduzeće nije odjednom prešlo od dosta zaostalog načina građenja na suvremeni — potpuno mehanizirani način građenja. Trebalo je voditi računa o raspoloživoj mehanizaciji, koja je, premda zastarjelih i neprikladnih tipova, ipak

predstavljala izvjesnu vrijednost, i koju je trebalo iskoristiti. Za pogon mnogobrojne i donekle specifične i za nas nove mehanizacije, trebalo je obučiti potrebne kadrove.

Uočeno je, da se s izvođenjem samih glavnih radova ne bi trebalo započeti prije nego što su potpuno dovršeni svi pripremni radovi vezani za njihovo izvršenje. Nadalje, da pripremni radovi trebaju biti izvedeni solidno, tako da u svim prilikama, dakle i kod najtežih vremenskih uslova, mogu udovoljiti svojoj svrsi. Iskustva su pokazala da se štednja na pripremnim radovima, kako na njihovoj kvalitetnoj izvedbi tako i na kvantiteti, teško osvećuje za vrijeme izvođenja, i da uzrokuje velike štete. Uvidjelo se, da usprkos sve veće mehaniziranosti treba i radnom čovjeku na gradilištu osigurati najpovoljnije uvjete rada i života, jer se radovi izvode najčešće daleko od naselja i kulturnih centara, u teškim uslovima, neprekidno godinama u danonoćnom radu.

Iz svojevremenog malog projektnog odjela razvio se u tehničkom odjelu poduzeća — odjel pripreme rada, koji rješava sva kompleksna pitanja organizacije građenja.

Poduzeće je savladavajući teškoće i razvijajući se, u toku svog 20-godišnjeg djelovanja izvelo vrlo velik broj hidrotehničkih tunela, ukupne dužine oko 50 km, i to:

HE »Nikola Tesla« (Vinodol),	12,8 km,	svjetli promj.	2,00-2,80 m,
HE »Gojak« ,	11,6 km,	„	4,50 m,
HE »Split«,	3,8 km,	„	6,00 m,
HE »Senj«,	16,4 km,	„	5,00 m,
HE »Rijeka«,	5,5 km,	„	3,20 m.

Postepeno uvođenje suvremenijih metoda građenja bilo je povezano i uslovljeno mogućnostima osvajanja niza proizvoda od strane naše domaće industrije građevne mehanizacije, te mogućnošću uvoza specijalnih strojeva, koji se kod nas još nisu proizvodili. U konačnom stadiju ovog razvitka postignut je stepen koji odgovara evropskom nivou, kako u pogledu kvalitete, tako i na brzinu građenja.

Uvođenje suvremenih metoda građenja predstavljalo je imperativni zahtjev i zbog potrebe postizavanja kvalitetnih hidrotehničkih betona, koji se zastarjelim standardnim metodama nisu mogli postići, a što je predstavljalo jedan od preduvjeta za rentabilnost izgrađenih postrojenja. Znatno skraćenje rokova izgradnje i time postignuta korist uslijed ranije eksploatacije postrojenja, kompenzirala je prividno nastale veće troškove za vrijeme samog građenja.

Nastojat ćemo dati prikaz razvoja primjenjenih metoda i postepenog uvođenja mehaniziranog rada i suvremenih sredstava po pojedinim fazama tehnoloških procesa, koje je Hidroelektra prva primjenjivala u našoj državi, i ta dragocjena iskustva prenosila i na ostalu specijaliziranu hidrograđevinsku operativu.

2. Opća koncepcija organizacije izvođenja

Hidrotehnički tuneli izvode se kod nas gotovo uvijek s nepropusnom betonskom oblogom. Teoretski je svakako najpovoljnije izvoditi ovu oblogu što prije nakon iskopa, i to po mogućnosti odmah. Međutim, mnogobrojna iskustva s gradilišta takvih tunela, naročito onih manjeg promjera, iz naše i inozemne prakse, pokazuju da se ovaj zahtjev ne može ostvariti. Iz razloga koji onemogućuju kvalitetno, brzo i ekonomično građenje tunela izvodi se u praksi kod ovakvih tunela najprije u potpunosti iskop jedne dionice, a nakon toga se izvodi betoniranje. Ovakva metoda ima sigurno svojih principijelnih nedostataka i može se očekivati, da će budući razvoj građevinske opreme i metoda građenja ići u tom pravcu, da se realizira istovremeno izvođenje iskopa i betonske obloge.

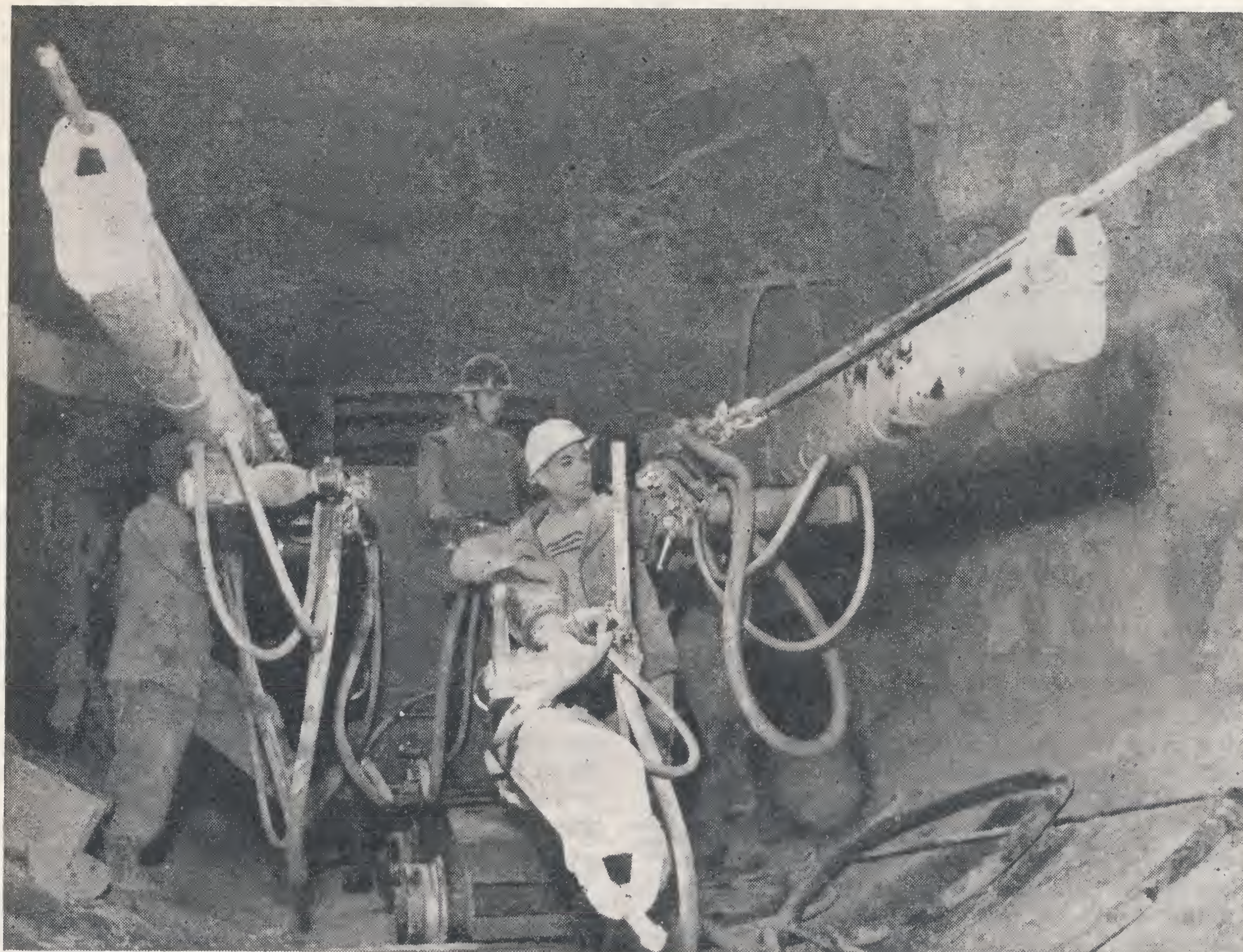
Prilikom planiranja izvođenja radova određuju se u najgrubljim okvirima dužine tunelskih dionica i broj napadnih radnih mjesta. Kod početnog mehaniziranog i sporog rada trebalo je, makar uz znatne troškove, omogućiti što kraće dionice, dužine 2—3 km. Tako je npr. 4,5 km dugi dovodni tunel na HE »Nikola Tesla«, jednim vrlo teškim vertikalnim oknom dubine 120 m, razdijeljen na 2 približno jednake radne dionice. Suvremenija mehanizacija omogućuje, među ostalim, i brži rad i usvajanje dužih radnih dionica, pa je npr. kod HE »Gojak« najduža radna dionica bila već 3,8 km, HE »Split I« 6,6 km, a kod HE »Senj« 7,6 km.

3. Iskop tunela

3. 1. Općenito

Izbor metode građenja bitno zavisi o geologiji terena u kojem se izvodi odnosni tunel. Prognoziranje geoloških i hidrogeoloških uslova za iskop tunela je vrlo otežano, jer se temelji pretežno na vrlo oskudnim podacima. Tuneli imaju redovno tako visok nadsloj, da je moguće izvesti samo pojedinačne istražne bušotine, koje daju dosta nesigurne rezultate. Stoga se geološka prognoza oslanja pretežno na površinsko geološko kartiranje, što je donekle pouzdano kod nadsloja nad tunelom od svega nekoliko desetaka metara, a postaje nepouzdanije kod većeg nadsloja. Treba napomenuti da su se svi navedeni tuneli izvodili u području našeg krša, koji ima sve svoje specifične osebujnosti kao: špilje, razlomljene formacije s interkaliranim proslojcima ilovače, veće ili manje debljine, podzemne i procjedne vode povremeno ogromnih količina i sl., a koje je uslove i uz vrlo opsežne istražne radove i studije praktički nemoguće prognozirati u svim njihovim detaljima. Većina tunela izvedena je u formacijama krečnjaka i dolomita koji su inače povoljni za izvođenje, kad ne bi bilo karstificiranih i tektonski razlomljenih poteza koji zahtijevaju primjenu dobrog podgrađivanja.

Kod odabiranja metode građenja treba voditi računa o mogućoj i predvidivoj promjeni geoloških uslova; treba odabrati takvu metodu i meha-



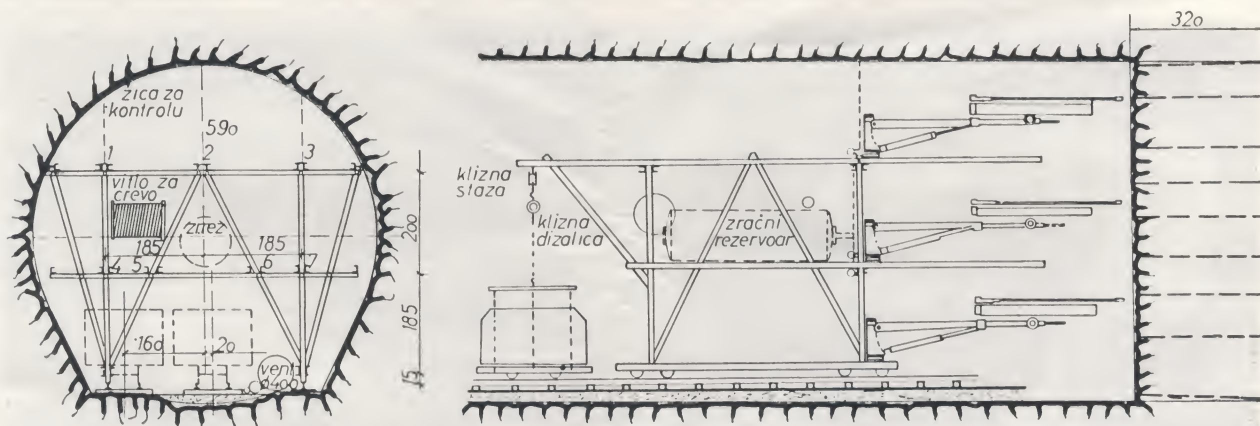
Sl. 1 Bušača kola »Jumbo« (HE »Gojak«)

nizaciju, koja omogućuje rad i za slučaj promjenjenih uslova, kao npr. potrebe podgrađivanja iskopanog profila tunela i sl. Kod svih tunela pa i onih najvećih s oko 40 m² presjeka, izvođen je iskop u punom profilu, što ima velikih prednosti u brzini i troškovima građenja.

3. 2. Bušenje mina

Od početnog rada na HE »Nikola Tesla« sa standardnim lakim pneumatskim bušačim čekićima, težina najviše 18 kg, uz upotrebu normalnih bušačih svrdla od čelika Ø 3/4", prešlo se na gradnji HE »Gojak«, na jednom dijelu 9,6 km dugog dovodnog tunela, na primjenu bušačih kola »Jumbo«. Radilo se na kolosijeku od 0,60 m, pokretnom postolju sa tri lafete sa teškim bušačim čekićima težine 27 kg (sl. 1). Pomicanje čekića bilo je pneumatski, a primjenjeno je vodeno ispiranje bušotina, te uvozna »Monoblock« svrdla Ø 1" s Widia sječivom. Kasnije, kad se nije moglo uvoziti ova svrdla, radilo se svrdlima od bušačeg čelika Ø 1". Ovim uređajem bila je postignuta brzina bušenja oko 40 cm/min. Dubina bušenja kretala se od 2,00 do 2,50 m; mine su bušene po projektiranoj i na licu mjesta tačno označenoj shemi bušenja, s prosječno oko 38 kom bušotina. Vrijeme bušenja mina kod ovog tunela od 22,5 m² presjeka s ovakovom mehanizacijom trajalo je oko 70 minuta. S ovakvom suvremenijom mehanizacijom raspolagalo se na svega 3 radna mjesta, i to uglavnom za proboj najduže (3,6 km duge) dionice ovog tunela. Na ostalim radilištima ovog tunela moralo se i dalje raditi standardnim sredstvima (bušači čekići 18 kg).

Stečena iskustva na ovoj gradnji korisno su primjenjena pri izgradnji 3,0 km duge početne dionice dovodnog tunela za HE »Split I«, s presjekom iskopa 36—40 m², premda se zbog većeg profila tunela prešlo na nešto drukčiju metodu bušenja. Primjenjena je tzv. švedska metoda bušenja s srazmjerno lakšim pneumatskim bušilicama (21 kg), s potpornom nogom, koji se nalaze na lakoj pokretnoj skeli. Skela je bila izrađena od solidne drvene konstrukcije, u dvije etaže, i pokretna na kolosijeku, tako da se kod paljenja mina može odmaknuti 30—40 m daleko od čela (sl. 2, 3). Shemom bušenja bilo je predviđeno prosječno 70 bušotina dubine 2,00—2,40 m. Za ovaj rad bilo je primjenjeno 10—12 pneumatskih bušilica s pneumatskom potpornom nogom domaće proizvodnje (tvornice Ravne) 21 kg težine,



Sl. 2 Dvoetažna skela za bušenje (HE »Split«)

koje su pokazale vrlo dobre rezultate. Bušilice su radile u 3 etaže, dvije na skeli, a jedna na podu. Bušeno je šestobridnim bušačim čelikom Ø 1" s krstastim sječivom. Bušenje jednog otpucaja trajalo je prosječno oko 75 minuta. Kraće dubine otpucaja primjenjivane su u nepovoljnijim geološkim formacijama, zbog potrebe momentanog podgrađivanja i smanjenja opasnosti od urušenja. Primjena relativno lakih i vrlo pokretnih bušilica pokazala se vrlo povoljnom i omogućila je poboljšanje organizacije građenja.

Na temelju tako povoljnog iskustva na ovoj gradnji, primjenjen je ovakav način bušenja tunela i kod slijedeće gradnje, HE »Senj«, gdje je Hidroelektra izvodila preko 15 km tunela potkovičastog i kružnog presjeka, veličine oko 26,5 m². Zbog manjeg profila tunela primjenjena je jednoetažna skela sličnog tipa i opremljenosti kao prethodno, na HE »Split«, ali izvedena od čelične konstrukcije. Prema shemi bušenja izvođeno je po otpucaju prosječno 47 bušotina dubine 2,40—2,65 m u čvrstoj kompaktnoj stijeni, a dubine 1,50—1,80 m u razlomljenim formacijama (4. i 5. kat. po GN), koje zahtijevaju momentano



Sl. 3 Skela za bušenje (HE »Split«)

podgrađivanje iskopanog profila. Za bušenje su upotrebljavani bušari željezare Ravne, 21 kg težine, s pneumatskom potpornom nogom, te djelomično bušača svrdla s umetnutim Widia-sječivom (tipa Monoblock) domaće proizvodnje, Ravne, i svrdla iz bušaćeg čelika Ø 1". Trajanje bušenja za 1 otpucaj kretalo se od 45—60 minuta u kompaktnoj i čvrstoj stijeni, a do 90 minuta u razlomljenoj stijeni. Bušača skela služila je ujedno za postavu čeličnih okvira i platnica za podgrađivanje.

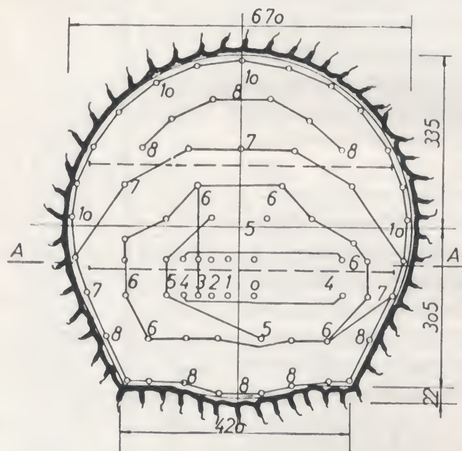
3.3. Eksplozivni materijali i sredstva za paljenje

Za tunelske radove potrebni su što brizantniji eksplozivi. Kao takvi upotrebljavali su se kod nas u početku sigurnosni eksplozivi, izrađivani na bazi salitre i trotila; postizavana je brzina detonacije do 4400 m/sek (Amonal specijalni i dr.). Ovakvi eksplozivi uz pojedinačno paljenje tzv. rudarskih upaljača (kapisla) br. 8 i normalnog sporogorećeg štapina (fitilja) jedva su zadovoljili tadašnje potrebe, kad je dužina otpucaja, iz drugih razloga, bila ograničena na 1,20—1,50 m. Već kod gradnje tunela HE »Gojak« pojavila se zbog veće dubine mina (2,50 m), potreba primjene brizantnijeg eksploziva i suvremenijeg električnog načina paljenja mina. Primjenjen je sigurnosni želatinozni eksploziv izrađen na bazi nitroglicerina, firme Nobel-Dynamit, pod nazivom Donarit 60, s brzinom detonacije oko 6800 m/sek. Ovaj eksploziv uvožen je uz znatne teškoće, zbog nedostatka deviza, iz Austrije. Međutim, kasnije je naša industrija započela s proizvodnjom visokobrizantnih želatinoznih eksploziva »Vitezit«, brzine detonacije i preko 7000 m/sek. Racionalna upotreba ovih eksploziva uvjetovana je primjenom stručno projektirane i proračunate sheme bušenja i paljenja mina uz upotrebu električnih upaljača s milisekundnim usporenjem. Ovaj suvremeni eksplozivni materijal efikasno je primjenjen već na gradnji HE »Split I«. Paljenje mina obavljano je električnim putem, upotrebom indukcionih aparata za paljenje 50—150 upaljača, tvornice Schaffler, Beč.

3. 4 Shema bušenja

Efikasno i racionalno izbijanje tunela uslovljeno je dobro projektiranom shemom bušenja, koja vodi računa o karakteristikama terena, veličini profila tunela, vrsti eksploziva, dubini otpucaja, promjeru minskih bušotina, vrsti upaljača, količini i načinu punjenja minskih bušotina (sl. 4).

Da bi se postiglo veće napredovanje iskopa potrebno je postizavanje što većih otpucaja. Mogućnost dubokih otpucaja zavisi najvećim dijelom o efikasnosti izbijanja zaloma. U svrhu postizavanja najpovoljnijih rezultata potrebno je u svakom



Sl. 4. Shema bušenja i paljenja mina (HE »Split«)

pojedinom slučaju odrediti najpovoljniji način zaloma, i to u zavisnosti o karakteristikama brdskog masiva, kao i vrsti primjenjene građevne mehanizacije za bušenje. Obavljani su pokusi s mnogobrojnim vrstama zaloma (paralelni, piramidalni, klinasti, lepezasti i sl.). Najčešće je, međutim, primjenjivan piramidalni zalom jer je vrlo jednostavan za izvođenje i mogu ga izvesti i manje vješti mineri, dok u našim uslovima rada u stijenama srednje ili manje tvrdoće, daje povoljne rezultate izbijanja čepa. Također su obavljani pokusi i s dubinom zaloma i otpucaja od 3,0 m, ali je utrošak eksploziva porastao u tolikoj mjeri, da se smatralo povoljnijim otpucaj do 2,50 m. Vjerojatno će u budućnosti promijenjeni ekonomski odnosi uslovljavati primjenu dubljih zaloma i otpucaja.

3. 5 Podgrađivanje

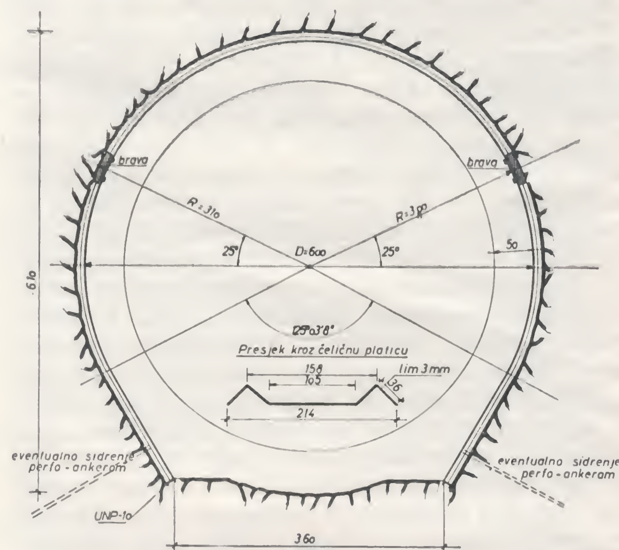
Standardni način podgrađivanja drvenom građom, kakav je primjenjivan na gradnji HE »Nikola Tesla«, uslovljava veliki utrošak radne snage i sporo napredovanje radova, a praktički onemogućuje primjenu suvremenijih metoda izgradnje tunela zbog nemogućnosti prolaza mehanizacije i opreme kroz podgrađeni potez tunela, naročito u kasnijoj fazi betoniranja obloge.

Na HE »Gojak« izvodio se dio radova u dovodnom tunelu suvremenim mehaniziranim sredstvima. Na mjestima nepovoljnije geologije izvođena je zaštitna betonska obloga, koja omogućuje nesmetani prolaz opreme za betoniranje i ne utječe na brzinu i kvalitet izvođenja ove obloge. Međutim, izvedba takve obloge skopčana je sa znatnim troškovima, jer treba izvesti iskop većeg profila, privremeno ga podgraditi drvenom podgradom, i kasnije, dok se nastavlja iskop tunela u punom profilu, izvesti betoniranje vanjske zaštitne betonske obloge i nakon toga ukloniti drvenu podgradu.

Na gradnji dovodnog tunela za HE »Split I« primjenjeni su stoga suvremeniji načini podgrađivanja i to pomoću zatega (ankera), čelične podgrade i štrcanog betona. Na mjestima gdje je zbog slojevitosti brdskog masiva postojala opasnost lokalne odvale, sidrima su povezivani ugroženi dijelovi, dužine 2,0—3,0 m. Najčešće su upotrebljena na gradilištu izrađena sidra tipa tzv. perfozatega. Sidro se ugrađuje u bušotinu Ø 40—45 mm pomoću cementnog maltera. Sidro se sastoji od nazupčane čelične šipke Ø 24 mm s ovijenom košuljicom od tankog gusto perforiranog lima od dva polukružna dijela promjera 35—40 mm, kojom košuljicom se cementnim malterom ispunjava bušotina sidra. U jako razlomljenim dionicama tunela s čestim interkalacijama ilovačom i ispadanjima blokova, kao i dionicama s pojavom brdskih potisaka, primjenjeni su lukovi od valjanog profilnog čelika, tipa Alpina, Austrija. Ovi lukovi postavljeni su, u zavisnosti od brdskog pritiska, na razmacima od 0,70 do 1,50 m. Međusobno su povezani s 3 uzdužna veza, 2 u bokovima i 1 u kaloti. Lukovi se sastoje od 3 dijela, i to od kape i dvije noge, podupirača, koji se međusobno spajaju specijalnim bravama koje omogućuju pomicanje u bravi. Lukovi su postavljani s bušače skele, tako da je prethodno bio postavljen luk kalote (kapa), a zatim noge-podupirači. Prostor između lukova zatvoren je, kod slabijih ispadanja bez pojave brdskih pritisaka, čeličnom mrežom 50×50 mm, iz bet. čelika Ø 4 i 5 mm, koja je u pločama veličine 1,50×0,80 m uvučena iza lukova. Kod jačih ispadanja i potisaka zaštićen je ovaj prostor pobijenim čeličnim platicama od lima debljine 4 mm, širine 25—30 cm i dužine 1,0—1,5 m. Šuplji prostor iza lukova ispunjen je kamenom.

Na ovoj gradnji bila je već primjenjena i vrlo suvremena metoda podgrađivanja, pomoću štrcanog betona. Ovaj način podgrađivanja primjenjen je na potezima manje razlomljenosti i manjih ispadanja. Već prema stupnju razlomljenosti stijene izvođena je obloga štrcanog betona debljine 5,8 i 10 cm. Obloga je izvođena pomoću pneumatskih topova, tvornice BSM, Frankfurt, tipa 603, koji omogućuju nabacivanje betonske smjese maks. zrna Ø 25 mm. Kod utroška komprimiranog zraka (6 at.) od 10 m^3/min, postignut je kapacitet stroja od 2-3 m^3 nabačenog betona u jednom satu. Betonska mješavina sastojala se od frakcija agregata Ø 0-5 i 5-25 mm te dodatka 350 kg cementa po m^3 betona, vodocementnog faktora 0,45. Ova metoda pokazala se vrlo podesnom. Rad je bio moguć neposredno iza iskopa, kao i na onim mjestima, gdje su se pokazala naknadna ispadanja. Izvođenje ovih radova osiguranja nije utjecalo na radove na izbijanju tunela.

Nakon prvih vrlo dobrih iskustava ovakvog načina podgrađivanja, primjenjen je ovaj način u velikom opsegu na tunelima HE »Senj«. Kod izvođenja ovih tunela se pokazalo da je geološka prognoza bila odviše optimistična, jer se naišlo na znatno nepovoljnije geološke uslove, koji su zahtijevali mnogo veće radove podgrađivanja. Na temelju prvih iskustava odustalo se od primjene čeličnih lukova iz uvoza jer se svrsishodna podgrada može izraditi u domaćim radionicama (»Metalna«,



Sl. 5 Podgrađivanje čeličnim okvirima (HE »Senj«) — nacrt

Zenica, »Kovo«, Vransko i »Zaplet«, Zagreb) .Čelični lukovi rađeni su sandučastog oblika od 2 međusobno varena valjana profila UNP 8 ili UNP 10. Luk je trodjelan i sastoji se od luka za kalotu i dviju noga-potpora, međusobno spojenih bravom (sl. 5, 6). Potpore su postavljane na betonske kocke 30×30×30 cm zbog osiguranja od naknadnog popuštanja (tonjenja) podgrade. U uzdužnom smjeru lukovi su povezani kutnim željezima na 6 mjesta, i to dvije veze u kaloti i po dvije bočno u nogama. Prostor između lukova zatvoren je, u povoljnim



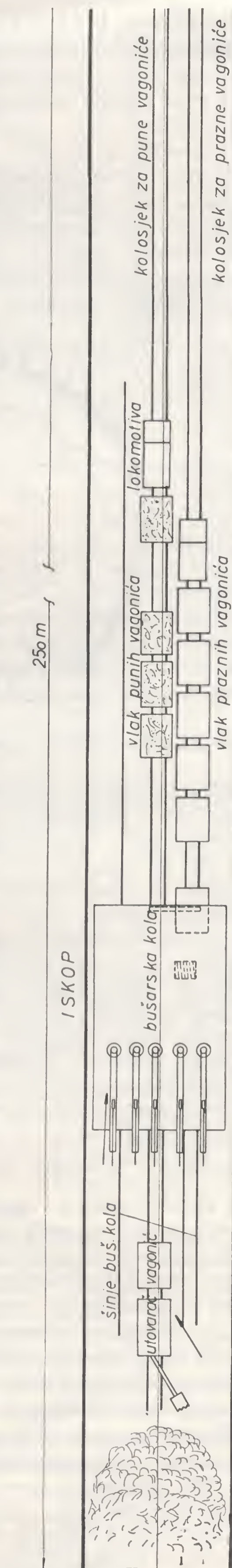
Sl. 6 Podgrađivanje čeličnim okvirima (HE »Senj«)

geološkim uslovima, pločama veličine 0,60×1,20 m od žičane mreže 40×40 mm, izrađenim od bet. čelika ∅ 5 mm ili platicama 25×150 cm od čeličnog lima debljine 3—5 mm. Samo u tunelima HE »Senj«, koje je izvodila Hirdoelektra, utrošeno je oko 1800 t ovakve podgrade.

Čelična podgrada služi i kao kostur za ovješenje jednostruke ili dvostruke armature na potezima gdje se izvodi armirana betonska obloga. Čelična podgrada ostaje u pravilu ugrađena u betonsku oblogu i čini s njom jednu cjelinu. Njeno vađenje neposredno prije betoniranja provedeno je iznimno samo na onim mjestima gdje su to dopuštali geološki uslovi.

3. 6 Utovar i odvoz

Na svim tunelskim radilištima HE »Nikola Tesla« obavljan je ručni utovar iskopanog materijala u standardne lake vagonete na okretanje, kapaciteta 0,75 m³, vučene dizel lokomotivom (2—3 t, 15—20 KS), ali vrlo često i konjskom ili ručnom vučom. Mehanizirani utovar iskopa u tunelima uveden je djelomično tek na gradnji HE »Gojak«, i to utovarivačima tvornice Eimco, USA, tip 21. Radi se o najmanjem tipu utovarača s utovarnom lopatom sadržine 0,15m³. Pogon je komprimiranim zrakom, a pokretan je na dekoviljskom kolosijeku 600 mm. Materijal se tovario u vagonete sadržine 1,25 m³. Bili su to vrlo teški i nepodesni vagoneti za takav rad; poduzeću su ostali s gradnje HE »Nikola Tesla« i malim su troškovima nešto izmijenjeni i adaptirani za tunelski rad. Utovar jednog otpucaja tra-



Sl. 7 Shematski prikaz organizacije iskopa tunela (HE »Gojak«)

jao je zbog otežane izmjene vagoneta i do $2^1/_2$ sata. Izmjena vagoneta na čelu obavljana je prijenosnicom, pomoću koje je prazni vagonet prebacivan s jednog na drugi kolosijek. Za vuču vlakova upotrijebljene su dizel lokomotive s prečistaćem ispušnih plinova, tvornice Hunslet, V. britanija, težine 7,0 t, 50—60 KS.

Kod tunela HE »Split I« upotrebljeni su utovarivači Eimco 40 W, iste tvornice, s utovarnom lopatom sadržine 0,60 m^3. Ovi utovarivači kretali su se po teškom kolosijeku širine 900 mm i imali su priključenu kratku transportnu traku zbog efikasnijeg tovarenja. Primjenjeni su standardni vagoneti na okretanje, sadržine 1,25—1,50 m^3. Medutim, oni nisu podesni za takve radove, a uzeti su stoga, što su poduzeću ostali s bivših gradilišta, HE »Nikola Tesla« i HE »Gojak«. Izmjena vagoneta na čelu obavljana je pomoću tzv. Chery pickera; ovo je uređaj za pneumatsko podizanje vagoneta i njihovo prebacivanje na susjedni kolosijek (sl. 7). Utovarivači Eimco 40 W (sl. 8) primjenjeni su nadalje u tunelima HE »Senj«. Ovdje su upotrijebljeni specijalni tunelski vagoneti velike sadržine, četiriosovinska vozila na valjčastim ležajevima, spiralnim oprugama, automatskim kvačilima i sandukom sadržine 3,5 m^3 (sl. 9). Vagoneti su djelomično uvezeni (proizvodnja Icoma, Italija), a djelomično su u pojačanoj konstrukciji izvedeni u domaćoj tvornici »Fagram«,



Sl. 8 Utovarač Eimco 40 W (HE »Senj«)



Sl. 9 Specijalna tunelska lokomotiva i vagoni (HE »Senj«)

Smederevo, uz ugrađivanje uvoznih automatskih kvačila tvornice Wylisson, Vel. Britanija. Izmjena vagoneta na čelu obavljana je pomoću prijenosnice. Za vuču tako teških vagoneta nabavljene su i primjenjene specijalne 10-tonske rudarske dizel lokomotive od 100 KS, tvornice Ruhrtaler-Maschinenfabrik, SR Njemačka. Ove lokomotive provi- đene su specijalnim prečistačima za ispušne plinove i imaju teška automatska kvačila.

Primjena sve teže mehanizacije na ovim radovima uvjetovala je upotrebu i sve težih tipova kolosijeka. Na gradnji HE »Nikola Tesla« upotrebljene su šine težine 5—9 kg/m, na gradnji HE »Gojak« i HE »Split I« — 14 kg/m, a na HE »Senj« 22 kg/m. Kolosijek je polagan na hrastove pragove i podložne pločice. Praksa je pokazala da je zbog specijalnih i otežanih uslova održavanja kolosijeka u tunelima neophodno primjenjivati što teži i solidnije povezani kolosijek. Ovo predstavlja znatno povećanje investicija, ali i preduvjet za nesmetan i brzi transport.

3. 7 Izvoz iz okana

Gotovo kod svakog duljeg tunela trebalo je zbog skraćenja radne dionice i roka građenja tunela ostvariti dodatna napadna radna mjesta iz vertikalnih, kosih ili horizontalnih postranih okana.

Na gradnji HE »Nikola Tesla« bili su izvozni uređaji 120 m dubokog vertikalnog okna izrađeni vlastitim snagama na gradilištu, zbog nemogućnosti nabave specijalnih uređaja kakvi se upotrebljavaju u rudarstvu. Na kasnijim gradnjama, gdje su se pojavljivala kosa okna, izvoz i uvoz materijala obavljan je kolosijekom; vagoneti su vučeni vitlima. Ovakvi donekle primitivni uređaji zadovoljavali su tadašnje potrebe i bili su u skladu s općim nivoom mehaniziranosti gradnje.

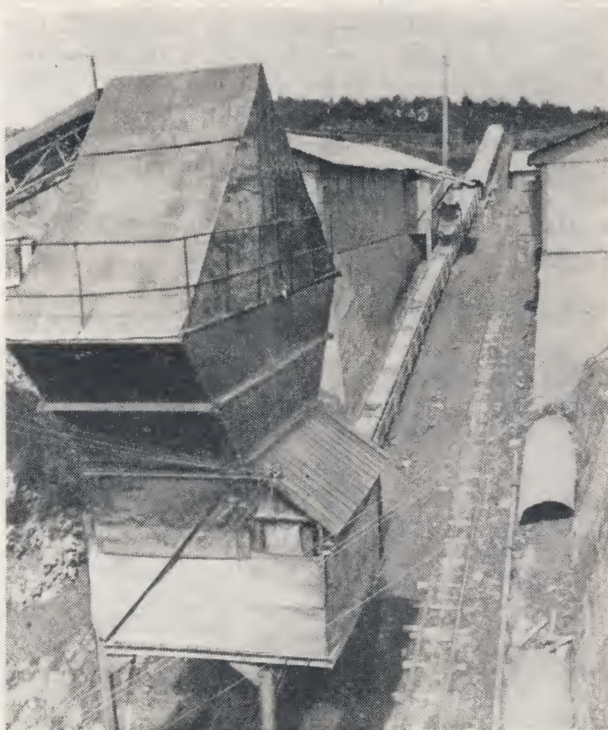
Pri gradnji dijela dovodnog tunela HE »Senj«, iz kosog postranog okna dužine 560 m trebalo je

zbog postizanja određenih kapaciteta primjeniti suvremenije uređaje, i to transportnu traku. Ekonomska analiza je pokazala, da je povoljnija čelična transportna traka od one gumene. Radilo se o traci kapaciteta 150 t/sat, proizvodnje tvornice Eickhoff, SR Njemačka ,koja je u praksi opravdala znatne investicije za njenu nabavku i montažu (sl. 10).

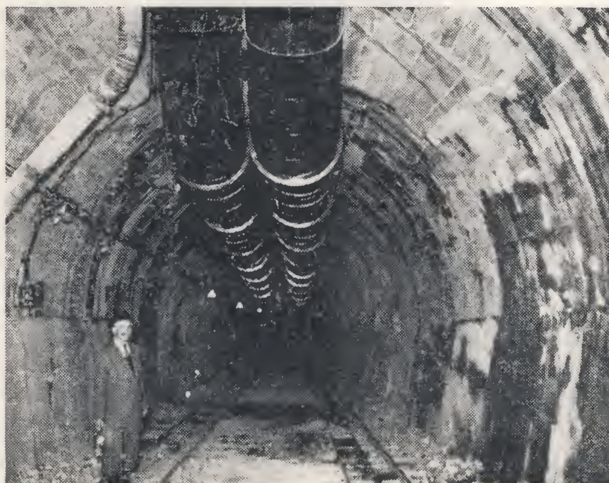
Svi uređaji za izvoz materijala iz okana bili su uređeni na reverzibilni pogon, jer su trebali služiti i za uvoz materijala za građenje (čelična podgrada, armatura, betonska mješavina i dr.).

3. 8 Ventilacioni uređaji

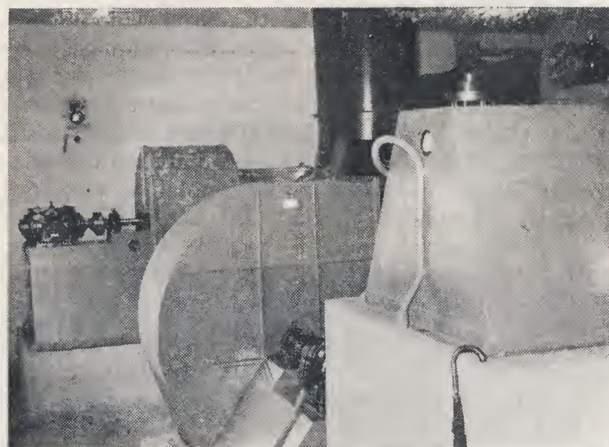
Efikasna ventilacija predstavlja jedan od preduvjeta za uspješan rad u tunelu i za postizavanje određenih radnih zadataka. Na gradnji HE »Nikola Tesla« primjenjeni su, zbog tadašnjeg općenitog pomanjkanja svih materijala i opreme, još nedovoljni uređaji za ventilaciju, i to ventilacione cijevi Φ 300 i Φ 400 mm, od lima, te ventilatori kapaciteta 3000 m^3 zraka/sat. Na gradnji HE »Gojak« bilo je već moguće suvremeno mehanizirana radna mjesta opskrbiti ventilacionim cijevima Φ 900 mm, od čeličnog lima, i specijalno izrađenim ventilatorima od 25.000 m^3/sat zraka s H= 400 mm v. s. (sl. 11). Ventilacione stanice bile su uređene za reverzibilni pogon tj. utiskivanje svježeg i isisavanje zagađenog zraka (sl. 12). Limene cijevi nisu naročito povoljne u primjeni; njihova montaža i spajanje su dosta teški, a naročito je nezgodan njihov prijevoz s jedne gradnje na drugu. Stoga



Sl. 10 Transportna čelična traka u kosom oknu (HE »Senj«)



Sl. 11 Ventilacione cijevi Φ 900 mm (HE »Gojak«)



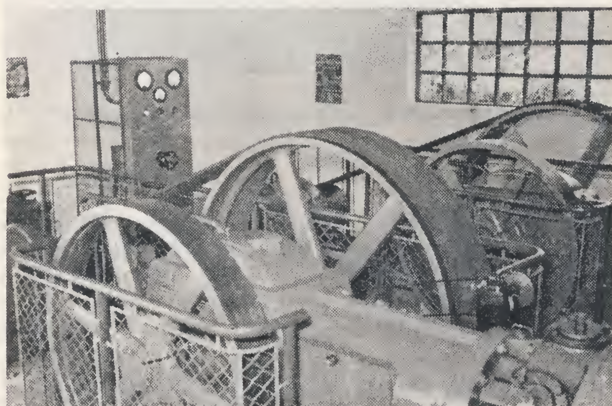
Sl. 12 Ventilaciona stanica za reverzibilni pogon (HE »Gojak«)

su za tunele na HE »Senj« nabavljene plastične cijevi Φ 900 mm s patentnim zatvaračima proizvodnje tvornice »Fagertum«, Norveška. Transport i montaža ovih cijevi su vrlo jednostavni i jeftini, a brtvenje spojeva više negoli povoljno. Ventilacione cijevi velikog promjera postavljene su do oko 50 m od čela, da bi se osujetilo njihovo oštećenje kod otpucavanja mina. Stoga je na samom čelu bio redovito instaliran jedan lakoprijenosni lokalni ventalicioni uređaj s cijevnim turboventilatorom, koji je štetne plinove sa čela odbacivao do početka glavne ventilacije.

3. 9 Uređaji za komprimirani zrak

Pitanje opskrbe komprimiranim zrakom predstavlja na tunelskim gradilištima istu važnost kao npr. opskrba gradnje najosnovnijom energijom. Stoga je to pitanje bilo riješeno na prilično zadovoljavajući način već na prvim gradnjama. Poduzeće se u početku orijentiralo na sporohodne klipne kompresore tvornice Mattei, Italija (sl. 13),

jer su ovi kompresori u pogonu vrlo sigurni i ne zahtijevaju naročito održavanje. Kasnije su nabavljeni i brzohodni klipni kompresori tvornice »Ingersoll Rand«, USA. Nabavka kompresora bila je ograničena na strojeve maks. kapaciteta 16 m³/min. Zbog veće sigurnosti pogona smatralo se povoljnim imati na gradilištu instaliranu jednu bateriju od više kompresora manjeg kapaciteta, negoli svega jedan ili dva kompresora velikog kapaciteta.



Sl. 13 Kompresorska stanica (HE »Gojak«)

S rastućim stepenom mehaniziranosti rasla je potreba na instalacijama komprimiranog zraka. Dok su na gradilištima HE »Nikola Tesla« zrakovodi bili pretežno promjera ⌀ 80 mm, a rijetko ⌀ 100 mm, to se kasnije pokazalo neophodnim ove povećati na ⌀ 160—200 mm. Za pravilno funkcioniranje uređaja za proizvod komprimiranog zraka bili su uz kompresore instalirani zračni kotlovi sadržine barem 8 m³ zraka, a u zrakovodima na svakih oko 300 m instalirani kondenzacioni kotliči sadržine 150 l radi redovnog ispuštanja kondenzirane vode iz cijevnih vodova.

4. Betoniranje obloge

4. 1 Opća koncepcija izvođenja

Većina tunela su kružnog presjeka. Iz izvedbenih razloga trebalo je u većini slučajeva izvesti kod iskopa dio ravnog dna, dakle je kontura iskopa takvih tunela imala stvarno potkovičasti oblik.

Za izvođenje obloge tunela postoji nekoliko principijelnih rješenja, i to: 1) izvođenje obloge u jednoj fazi tj. jednom radnom procesu, 2) izvođenje obloge u 2 faze: a) izvođenje najprije kalote, a potom dna obloge, b) izvođenje najprije dna, a onda kalote obloge, 3) izvođenje obloge prema rješenju 1) ili 2) u kontinuiranom radnom procesu, dakle praktički bez poprečnih radnih reški, i 4) izvođenje obloge prema rješenju 1) i 2) u određenim odsječcima - prstenovima.

U toku dosadašnjeg izvođenja tunela i primjene raznolikih metoda građenja, bila su primjenjena prethodno navedena rješenja izvođenja.

4. 2 Proizvod agregata

Potrebna pažnja posvećena je proizvodnji kvalitetnog agregata za beton, uz cement najosnovnije sirovine betona. Lokalni uslovi gradnji bili su redovito takvi, da se nije mogao upotrebljavati prirodni šljunak, već se agregat proizvodio drobljenjem kamena. Kamen se na prvoj gradnji (HE »Nikola Tesla«) dobivao isključivo iz kamenoloma. Na slijedećim gradnjama smatralo se, da se iz razloga ekonomičnosti, treba orijentirati na podesni materijal iz iskopa tunela. Materijal iz iskopa prethodno se rešetao, tako da su za proizvod agregata uzeta samo zrna veličine preko ⌀ 80 mm. Ukoliko količine nisu bile dovoljne, otvarani su pomoćni kamenolomi. Ovi su materijali prethodno ispitani u suradnji s Institutom građevinarstva Hrvatske, te povremeno s Tehničkim fakultetom u Zagrebu. Na osnovu ispitivanja, te mišljenja o kvaliteti kamena, uzevši u obzir čvrstoće, postojanost i teksturu kamena, projektirana su i podignuta postrojenja za proizvodnju agregata. Uz ova postrojenja podignuti su i dobro opremljeni betonski laboratoriji za stalnu gradilišnu kontrolu, kako proizvodnje agregata, tako i ostalih komponenata betona. Gradilišni laboratoriji bili su pod stalnim nadzorom Instituta građevinarstva, koji je u toku građenja, u smislu tehničkih uslova, obavljao sva potrebna ispitivanja.

Na gradilištima HE »Nikola Tesla« drobljenje i separiranje agregata obavljano je uređajima malog kapaciteta i općenito slabo mehaniziranim, tako da je ovaj pogon zahtijevao više radne snage. Već na gradnji HE »Gojak« instalirani su potpuno mehanizirani centralni uređaji za proizvodnju agregata. Uređaji su imali isključivo strojeve domaće proizvodnje — tvornice Strojne tovarne Trbovlje (STT), i to: dodavače-alimentatore s teškim čeličnim pločama, udarne drobilice, udarne mlinove i vibraciona sita. Vertikalni transport materijala unutar ovog uređaja obavljan je kabličastim elevatorom. Ovi su ure-



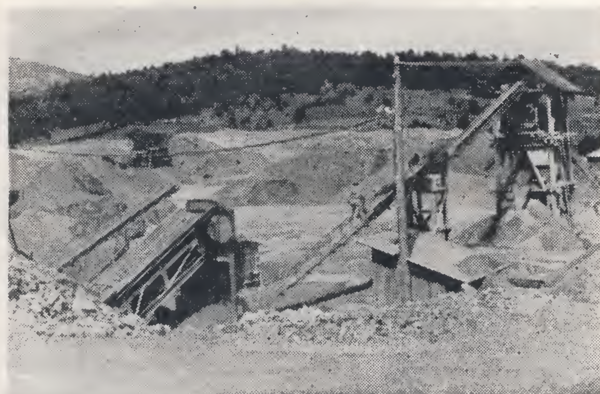
Sl. 14 Drobilana i separacija agregata (HE »Gojak«)

đaji dali dobre rezultate: povoljan kubičast oblik zrna i ujednoličenu proizvodnju. Nedostatak cijelog postrojenja bio je u tome što se nije obavljalo i pranje. Prethodni laboratorijski pokusi nisu pokazali neophodnu potrebu pranog agregata. Separacija je bila providena uređajem za odprašivanje na sitima. Nedostatak ovog uređaja pokazao se u kišnom periodu, kada otprašivanje nije bilo efikasno, a naročito čestica ilovače kojima su bila obavijena kamena zrnca. Na cijeloj gradnji HE »Gojak« izgrađena su, za potrebe svih 6 gradilišta, dva ovakva centralna uređaja za proizvodnju agregata (sl. 14), dnevnog kapaciteta do 350 m³.



Sl. 15 Drobilana i separacija agregata (HE »Split«)

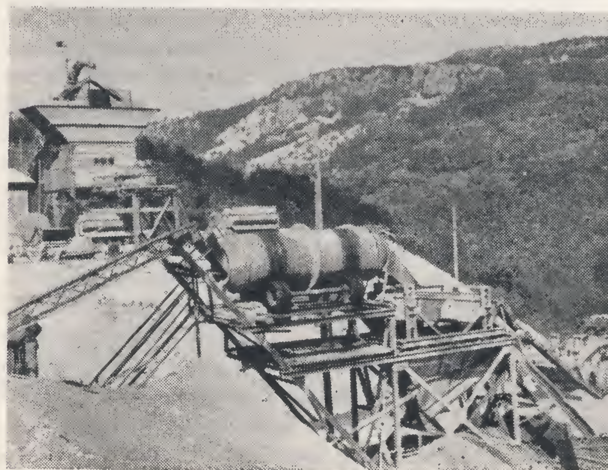
Međutim, na slijedećoj gradnji — HE »Split I«, instaliran je savršeniji uređaj za proizvodnju agregata s pranjem i hidroseparacijom pijeska (sl. 15). Korišten je prethodno rešetani materijal iz iskopa brane i tunela. U drobilani je ovaj materijal drobljen udarnom drobilicom STT i velikom čeljusnom drobilicom. Nakon toga je pran u okretnom bubnju - razmuljivaču, kako bi se razmuljile čestice ilovače. Potom je agregat pran i prosijavan na dva vibraciona sita. Frakcije agregata ispod zrna ϕ 3 mm, zajedno sa svim razmuljenim česticama, odvedene su na vertikalni hidroseparator tipa »Rheax« (Austrija). Radilo se o prvoj primjeni takvog uređaja u našoj zemji. Pomoću ovog uređaja uklonjene su sve čestice manje od 60 mikrona, a ostali pijesak većeg zrna separiran je hidrauličkim pu-



Sl. 16 Drobilana i separacija agregata (HE »Senj«)

tom u dvije frakcije: 0,06—1,5 mm, te 1,5—3 mm. Odvodnjavanje ovih sitnih frakcija obavljeno je pomoću kosih uzlaznih puževa. Zbog povećane potrebe finih frakcija, naknadno je u ciklus proizvodnje ove drobilane uveden jedan veliki mlin čekičar, kapaciteta 20—25 t/sat, tvornice »American Hammer-Mill«, USA. Utrošak vode bio je 3—4 m³ po 1 m³ izvađenog agregata; voda se dobivala iz obližnje Cetine, crpljenjem na visinu svega 30 m. Opisani uređaj prerađivao je, bez obzira na vremenske prilike, vrlo onečišćeni materijal u čisti i kvalitetni agregat. Dnevni kapacitet postrojenja bio je 400 m³.

Na gradnji HE »Senj« nije se zbog razbacanosti gradilišta moglo izgraditi jedno veće centralno postrojenje za drobljenje; podignuta su manja postrojenja na svakom gradilištu (sl. 16). Svako od ovih postrojenja sastojalo se od dodavača, udarne drobilice i vibracionog sita, dnevnog učinka od 150 m³ agregata. Zbog nedostatka većih količina tehničke vode, nije bilo moguće provesti pranje agregata. To se odrazilo u izvjesnim teškoćama. Iskustvo s ove gradnje potvr-



Sl. 17 Separacija agregata (HE »Rijeka«)

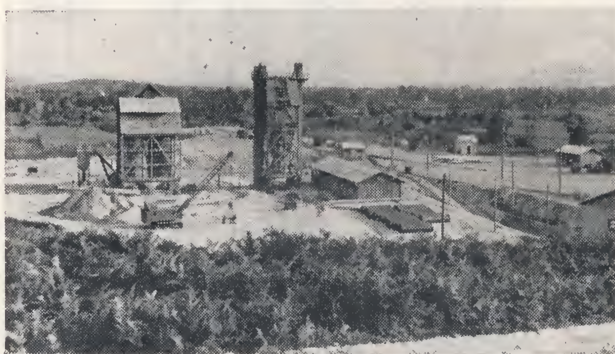
dilo je neophodnost pranja agregata, gdje je to iole moguće.

Na gradnji HE »Rijeka« korišten je prirodni ali vrlo zamuljen šljunčasti materijal s oko 12 km udaljenog Grobničkog polja. U centralnom uređaju, za sva četiri gradilišta ove gradnje, obavljano je prethodno pranje (razmuljivanje) šljunka i kasnije separiranje na vibracionim sitima s uređajima za pranje (sl. 17). Provedenim pranjem dobiven je kvalitetni agregat.

4. 2 Priprema betonske mješavine

4. 3. 1 Općenito

Postoje uglavnom dva principijelna rješenja pripreme betonske mješavine, i to da se gotova betonska mješavina pripremi izvan tunela i uvozi u tunel, ili da se u tunel uvozi suha betonska mješavina i samo miješanje izvede u neposrednoj blizini mjesta ugradnje. Na gradilištima »Hidroelektre« primjenjena su oba rješenja. Rješenje s uvozom gotove (vlažne) betonske mješavine u tunel kod transporta standardnim vagonetima moguće je samo kod kraćih transportnih daljina, dok su za veće transportne daljine neophodni specijalni transportni uređaji s okretnim bubnjem ili vagoneti - miješalice.



Sl. 18 Betonara HE »Gojak«

4. 3. 2 Betonare i dozirane agregata

Na tunelskim gradilištima HE »Nikola Tesla« beton je pripreman izvan tunela u najjednostavnijim betonarama, tj. miješalicama, uz zapreminsko mjerenje agregata (kolicima ili sanducima).

Na gradnji HE »Gojak«, gdje je uvožena betonska mješavina, instalirane su za pripremu betona toranjske betonare vlastite konstrukcije i domaće proizvodnje (sl. 18). Betonare su bile postavljene neposredno uz ulaz u tunel. U tornjevima su bili silosi za četiri frakcije agregata i silos za cement. Punjenje silosa bilo je pomoću kabličastog elevatora. Uređaji za zapreminsko mjerenje agregata i težinsko mjerenje cementa bili su proizvodnje tvornice Loro-Parisini, Italija, dok je konstrukcija tornja i silosa izrađena prema vlastitim projektima u tvornici TUNT, Sesvetski Kraljevec. Svaka betonara bila je opremljena jednom bubanjskom miješalicom od 1000 l, proizvodnje tvornice »Hidromontaža«, Maribor.



Sl. 19 Dozirana suhe betonske mješavine (HE »Split«)

Pri gradnji HE »Split I« primjenjen je uvoz suhe betonske mješavine, jer se pokazalo, da se gotova pripremljena mješavina ne može uvesti u tunel na veću daljinu bez specijalnih transportnih sredstava. Doziranje ove mješavine bilo je u dozirani izrađenoj od elemenata betonare s gradnje HE »Gojak«, dakle sa zapreminskim mjerenjem agregata i težinskim mjerenjem cementa (sl. 19). Sadržaj silosa bio je 100 m³.

I na gradilištima HE »Senj« primjenjeno je slično rješenje uvoza suhe betonske mješavine u tunel. Dozirane agregata izrađene su u vlastitim radionicama, a primjenjeni su težinski dozatori agregata i cementa, tvornice CIFA, Italija. Ove se dozirane sastoje od montažnih elemenata i lako su prijenosne (sl. 20). Punjenje njihovih silosa, sadržine 35—40 m³, obavljano je transportnim trakama. Za zimski rad instalirani

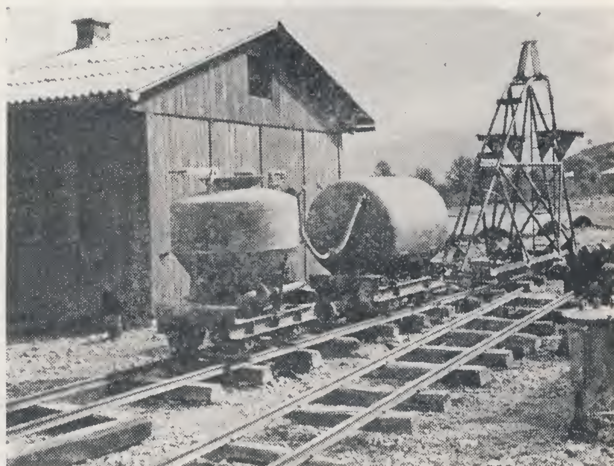


Sl. 20 Dozirana suhe betonske mješavine (HE »Senj«)

su uređaji za grijanje (infragrijalice i grijači loživim uljem).

4. 3. 3 Transport betonske mješavine

Na gradilištima HE »Nikola Tesla« i HE »Gojak« transportiran je gotov izmiješan beton do mjesta ugradnje normalnim vagonetima, koji su prethodno služili za odvoz iskopanog tunelskog materijala. Ovakav način transporta imao je nedostatke ne samo u većem broju uposlene radne snage nego i izvjesnoj segregaciji betona. Ovi nedostaci izbjegnuti su na gradnji tunela HE »Split« i HE »Senj«, gdje je uvožena suha betonska mješavina. Od dozirane uvožena je suha mješavina betona u posebno izrađenim kontenerima, sadržine 750 l, što je odgovaralo veličini i tipu miješalice. Za transport su upotrijebljena postolja postojećih vagoneta, na koja su bila montirana po 3 kontenera od po 750 l. Uvoženi su vlakovi sa 8—10 vagoneta, odnosno 24—30 kontenera. Na svakom gradilištu su bila u pogonu po dva vlaka.

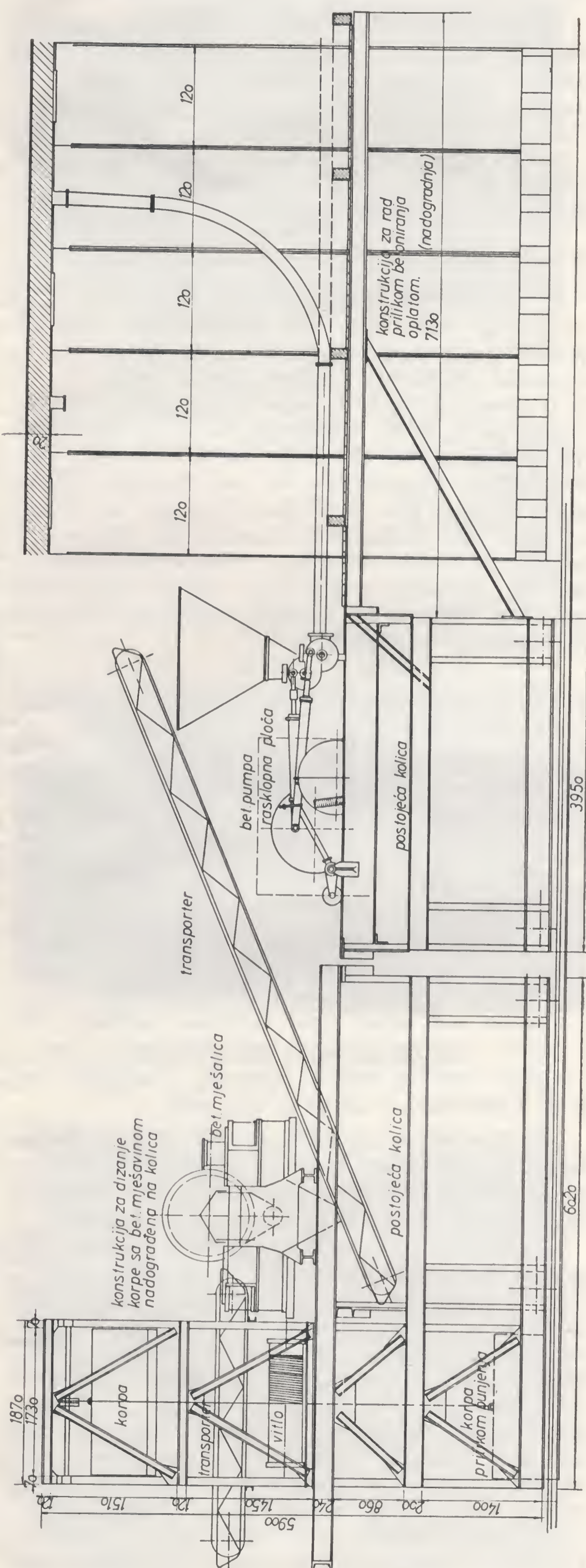


Sl. 21 Pneumatski uređaj za ubacivanje betona (HE »Gojak«)

Dok je jedan bio na doziranju kod dozirane, drugi je bio kod miješalice na mjestu ugradnje. Istovar iz kontenera obavljao se na gradnji HE »Split I« postranim istovarom u posebnu korpu, koja je dizalom podignuta do miješalice. Na gradnji HE »Senj« konteneri su pražnjeni kroz postrana vratašca, na gumeni transporter, koji je smjesu ubacivao u miješalicu. Ovakvim tehnološkim procesom rad je bio potpuno mehaniziran, bio je potreban minimalni broj stručne radne snage, i to samo za rukovanje strojevima i uređajima, a postignuti su veliki kapaciteti ugradnje.

4. 3. 4 Uređaj za betoniranje — betonski vlak

U tunelima HE »Nikola Tesla« ručno je ubacivan beton u oplate. Na gradnji HE »Gojak« primjenjen je na mehaniziranim radnim dionicama pneumatski uređaj za ubacivanje u tunel dovezene pripremljene betonske mješavine u oplatu (sl. 21). Uređaji su bili vlastite konstrukcije, izrađeni u »Jugomontaži«, Zagreb.



Sl. 22/1 Betonski vlak s pumpom (HE »Split«) (uzdužni presjek)

Na gradnji HE »Split« primjenjeno je jedno znatno kvalitetnije rješenje, i to priprema betonske mješavine neposredno na mjestu ugradnje, te mehaničko ubacivanje betona u oplatu. Potrebni uređaj, vlastite konstrukcije, izrađen je u radionici poduzeća, a sastoji se od prisilne protustrujne miješalice (»Eirich«, SR Njemačka) od 750 l i betonske klipne pumpe ∅ 175 mm, kapa-

Sl. 22/2 Betonski vlak (HE »Split«) (poprečni presjek)

citeta 12—15 m³/sat (BSM, SR Njemačka). Ovi uređaji čine jednu cjelinu, tzv. betonski vlak, pokretan na kolosijeku prema napretku betoniranja obloge (sl. 22). Mješavina se ubacuje u miješalicu vertikalnim podizanjem posude za punjenje. Izmiješani beton ubacuje se u betonsku pumpu pomoću kratkog transportera s gumenom trakom. Svi strojni uređaji betonskog vlaka su na električni pogon. Stoga je na čelu tunela trebalo osigurati pogonsku električnu energiju snage 80—100 kW. U tunel je uveden električni kabel visokog napona (3 kV); u blizini radnog mjesta i položaja betonskog vlaka nalazi se pokretna i dobro osigurana trafostanica na niski napon 380 V. Shematski prikaz betoniranja obloge i kasnijeg betoniranja dna prikazan je u sl. 23. Ugradnja betona betonskom pumpom pokazala se jednim vrlo dobrim rješenjem, i to iz razloga što se betonskom pumpom redovito da ugraditi samo kvalitetna betonska smjesa tj. povoljne granulacije i konsistencije, i što se pomoću ove pumpe vrlo dobro ispunjava sav prostor između oplate i stijene, uslijed čega su utrošak injekcione smjese, a time i troškovi kasnijeg injektiranja svedeni na najmanju mjeru.

I na gradnji HE »Senj« primjenjeno je također miješanje betona u tunelu, ali zbog manjeg profila tunela primjenjeni su vlakovi nešto drukčije konstrukcije. Hranjenje prisilne mješalice od

Sl. 23 Shematski prikaz organizacije betoniranja tunela (HE »Split«)

Sl. 24 Betonski vlak s topom (HE »Senj«)

750 l (Icoma, Italija) bilo je pomoću transportne trake, a ubacivanje betona u oplatu pomoću pneumatskih uređaja iste firme (sl. 24). Pneumatski uređaji su vrlo jednostavni za rukovanje i nisu podložni kvarovima. Međutim, postignuta iskustva su pokazala da se pomoću ovih uređaja ne dobiva tako jednolična kvaliteta betonske obloge, da postoji mogućnost ostajanja šupljina u kaloti i uopće slabijeg ispunjavanja oplate, da je gotovo neizbježna pojava izvjesne segregacije u toku građenja, što se odražava i u izgledu lica betona. Beton se pomoću ovih uređaja ubacuje cijevima ⌀ 160 mm. Koljena cijevi i priključci su iz specijalnog legiranog manganskog čelika U toku ugradnje potrebno je da kraj cijevi bude stalno uronjen 1—2 m u beton, te da se pomiče naprijed zajedno s betonskim vlakom, prema napredovanju betoniranja.

Betoniranje obloge HE »Split I« i HE »Senj« obavljano je u dvije faze; najprije je izveden svod, a potom dno. Za betoniranje dna primjenjene su obične miješalice, pokretane na gumenim točkovima u kombinaciji s transportnim trakama (sl. 23).

Kod betoniranja tunela srazmjerno manjeg profila za HE »Rijeka« (svijetli ⌀ 3,20 m), odabrano je izvođenje obloge u jednoj fazi s betonskim vlakom slične konstrukcije kao na HE »Senj« (sl. 25). Radilo se zapravo o osnovnim strojevima s gradnje HE »Senj«, instaliranim na betonskom vlaku nešto drukčije konstrukcije i manjih dimenzija.



Sl. 25 Betonski vlak s topom (HE »Rijeka«)



Sl. 26 Teleskopska čelična oplata (HE »Gojak«)

4. 3. 5 Čelična teleskopska oplata

Ovakva oplata primjenjena je po prvi puta na gradnji HE »Gojak«, i zapravo prvi puta kod nas u zemlji. Radilo se o oplati vlastite konstrukcije, izrađenoj u »Hidromontaži«, Maribor (sl. 26), za izvedbu obloge u jednoj fazi. Na kasnijim gradnjama — HE »Split«, HE »Senj« i HE »Rijeka«, primjenjene su slične konstrukcije ovih oplata, također projektiranih u »Hidroelektri«, a izvedenih u domaćim poduzećima (»A. Jonić«, Split, »Metalna«, Maribor i »Jugomontaža«, Zagreb) (sl. 27, 28). Detaljniji opis projekta izvedbe i montaže ove oplate dat je u posebnom prikazu.

4. 3. 6 Ugradnja betona

Kvalitetna ugradnja betona moguća je samo pomoću efikasnih vibratora. Dok je na gradnji HE »Nikola Tesla« u tome još bilo razumljivih teškoća, to je već na gradnji HE »Gojak« bilo moguće opskrbiti gradilište igličastim pervibratorima i oplatnim vibratorima, tvornice Procéde, Francuska. Pervibratori su bili od ⌀ 100 mm i s 9000—10 000 o/min, a oplatni udarni vibratori s 6000 udara/min. Pogon ovih uređaja bio je na komprimirani zrak. Za betoniranje je bilo na svakom radnom mjestu upotrijebljeno 3 igličasta pervibratora i 6 oplatnih pervibratora. Rad pervibratorima bio je kroz reviziona okna u dnu, bokovima i ramenima oplate. Vibratori su pomicani s napretkom betoniranja.

Na gradnji HE »Split« i HE »Senj« primjenjeni su na svakom radnom mjestu vibracioni uređaji na električni pogon tvornice Wacker, SR Njemačka, i to igličasti pervibratori ⌀ 75 mm s 9000 o/min (3 kom), te oplatni vibratori s 9000 vibr./min (4 kom). Pogon ovih pervibratora bio je električnom strujom više frekvencije, te je stoga na betonskom vlaku bio postavljen odgavarajući pretvarač frekvencije, od 50 Hz na 150 Hz. Ovi vibratori su vrlo ekonomični jer troše svega 1,5 kWh po radnom satu, ali su znatno osjetljiviji od onih na pogon komprimiranim zrakom, te im je potrebna veća briga oko održavanja, a i pri samom radu.

5. Rezultati

Znatne investicije za novu i dopunsku tunelsku mehanizaciju doprinijele su postizavanju određenih rezultata, kako u brzini izvođenja, tako i troškova građenja. U pogledu brzine građenja postignuta su dnevna napredovanja u 3-smjenskom radu:

Gradnja	Iskop tunela 2. kat	3—5. kat	Betoniranje obloge
HE »N. Tesla«	4— 5 m	2—3 m	4— 5
HE »Gojak«	7— 8	3—4	12—15
HE »Split«	8—10	4—5	16—18
HE »Senj«	10—12	4—6	20—24



Sl. 27 Teleskopska čelična oplata (HE »Split«)

Jedan od naročitih rezultata primjene suvremenijih metoda građenja je bitno poboljšanje kvalitete radova. Ovo se odnosi uglavnom na izvedbu nepropusne betonske obloge. Na prvim gradnjama nije se mogla postići nepropusnost na vodu bez izvedbe naknadne nepropusne pneumatske žbuke. Od gradnje HE »Gojak« nadalje, izvođeni su svi dovodni tuneli bez žbuke, jer je postignuta dovoljna nepropusnost obloge.

Vrijednost osnovnih sredstava primjenjene mehanizacije stalno je rasla; na prvim gradnjama iznosila je svega nekoliko stotina milijuna dinara, a na posljednjoj, HE »Senj«, oko 2,5 milijarde dinara, od toga pretežni dio specijalizirane građevne opreme. Ovakva velika ulaganja predstavljaju teret za privrednu organizaciju, naročito u nedostatku dugoročnijeg plana investicione izgradnje. Postignuti rezultati radova nakon uvođenja suvremene mehanizacije i suvremenih metoda građenja,



Sl. 28 Teleskopska čelična oplata (HE »Senj«)

odgovaraju onima postignutim u visokoindustrijaliziranim zemljama s dugotrajnom tehničkom tradicijom. Postizavanje takvih uspjeha nije samo rezultat ulaganja u mehanizaciju, nego i odgovarajuće izobrazbe stručnih kadrova u inozemstvu (Italija, Francuska, Austrija, Vel. Britanija) i na našim gradnjama.

ČELIČNA OPLATA ZA BETONIRANJE TUNELSKE OBLOGE

1. Uvod

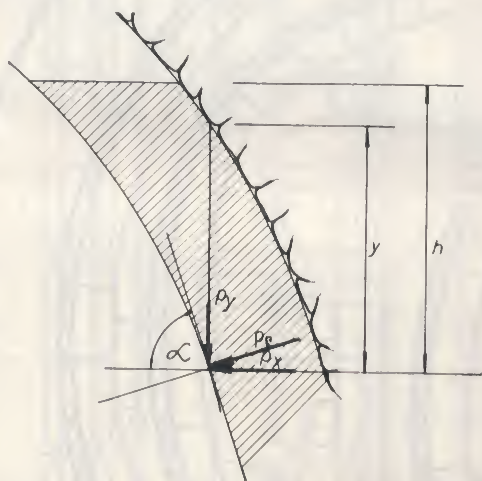
Opće nastojanje da se upotreba drvene građe za izradu skela i oplate zamijeni u što većoj mjeri s trajnijim i za montažu lakšim konstrukcijama u čeliku, došlo je do izražaja i kod izgradnje tunela. Ovo naročito na izvođenju hidrotehničkih tunela, kod kojih se zbog dužine i drugih razloga postavljalo pitanje zamjene tradicionalne oplate jednom suvremenijom konstrukcijom, koja je trebala biti povoljnija ne samo u troškovima građenja nego i mogućnosti postizavanja bolje kvalitete betonske obloge i veće brzine građenja.

Kao izvjesna poboljšanja konstrukcije tunelske oplate došlo je do primjene: čeličnih lukova (rebrenata) za podupiranje, i to samonosivih ili s odgovarajućim podupiračima, odnosno ukrućenjima; oplatnih dasaka obloženih tankim limom; oplatnih ploča iz lima. Sve su ove konstrukcije još uvijek uvjetovale znatno učešće radne snage kod montaže i relativno sporo građenje.

Suvremenija rješenja predstavlja primjena raznih sistema čelične oplate, koja ima znatne prednosti u odnosu na dosadašnju, naročito: manje troškove građenja, veću brzinu građenja (u kombinaciji s ostalom odgovarajućom mehanizacijom), povoljnije uvjete ugradnje betona i postizavanje kvalitetnijeg betona, naročito njegove nepropusnosti, smanjenje ili čak eliminancija radnih

reški, te uslijed toga smanjenje gubitaka vode, povećanje glatkosti obloge tj. smanjenje hidrauličnih gubitaka u dovodu, montažu bez upotrebe visokostručnih kadrova (priučeni radnici), smanjenje potrebnog broja radnika.

Ovdje ćemo prikazati rezultate postignute u »Hidroelektri«, koja je pred više od 10 godina prva kod nas primjenila tunelsku teleskopsku čeličnu oplatu i u razdoblju do danas izvela na taj način preko 30 km hidrotehničkih tunela svijetlog promjera 3,20—6,10 m.



Sl. 1 Shema opterećenja oplate svježim betonom

Najveći dio naših hidroelektrana su derivaciona postrojenja. Ovo vrijedi naročito za hidroelektrane izgrađene u SR Hrvatskoj, koje su sve derivacionog tipa s vrlo dugim dovodnim tunelima. Nakon prvih iskustava kod izgradnje tunela na gradnji HE »Nikola Tesla« (Vinodol), gdje su bile primjenjene tradicionalne metode građenja, došlo se već kod gradnje slijedeće hidroelektrane HE »Gojak« do zaključka, da je za izvođenje duljih tunela neophodno primjeniti suvremenije metode građenja. U ovom slučaju radilo se o izgradnji jednog 9,6 km dugog tunela, koji je u ono vrijeme bio najdulji tunel u našoj zemlji. Kao jednu od mjera u toku uvođenja suvremenijih metoda građenja primjenila je »Hidroelektra« čelične oplate u tunelima, i to ne samo zbog ubrzanja i pojeftinjenja izgradnje, nego naročito zbog postizavanja bolje kvalitete betonske obloge. Primjenjene su isključivo oplate po projektima Hidroelektre, izrađene u raznim domaćim tvornicama.

2. Principijelna rješenja čeličnih oplata

Prema obliku i veličini presjeka tunela, te njegovoj duljini, dolazi u obzir više raznih rješenja izvedbe čeličnih oplata za tunelsku oblogu. Naročito:

1) S obzirom na konstrukciju i način premještanja razlikujemo teleskopsku (sl. 2—12) i običnu čeličnu oplatu (sl. 13). Teleskopska oplata je sastavljena iz više elemenata, koji se prigodom montaže i demontaže provlače u sklopljenom stanju kroz potez na kojem je već montirana takva oplata i gdje se već obavlja betoniranje. Ovakva oplata omogućuje kontinuirano izvođenje betoniranja obloge, te dolazi stoga u obzir prvenstveno kod tunela veće duljine, gdje dolazi do izražaja ekonomičnost takve oplate.

Obična čelična oplata je jednostavnije i redovito relativno lakše konstrukcije, kod koje je moguće pomicanje velikih elemenata oplate samo na nebetoniranom potezu; kod ovakve oplate betonira se u prstenovima, i to jednom ili više njih, već prema tome s koliko se oplata raspolaže. Ovakav postupak ne omogućuje takve brzine građenja kao onaj s teleskopskom oplatom. Zbog relativno manjih troškova građenja dolazi do primjene kod tunela kraće i srednje duljine.

2) Prema obliku profila razlikujemo oplate za tunele kružnog i potkovičastog svijetlog presjeka. Presjek iskopa je i kod kružnog tunela iz praktičkih razloga vrlo često potkovičastog oblika.

3) S obzirom na način i tok izvođenja obloge razlikujemo oplatu za betoniranje cijelog presjeka u jednoj fazi, kod koje se dakle unutar oplate betonira i dno obloge (sl. 2, 3), kao i oplatu za izvedbu samo svođenog dijela obloge, gdje se dno izvodi bez oplate prije ili nakon izvedbe svoda (sl. 5-7).

Izvođenje kružne obloge u jednoj fazi dolazi u obzir do promjera tunela maks. oko 4,50 m. Kod većih promjera su elementi oplate odviše teški, te je njihova stabilna montaža vrlo otežana i uvjetuje takve pripreme, koje poskupljuju i usporavaju radove.

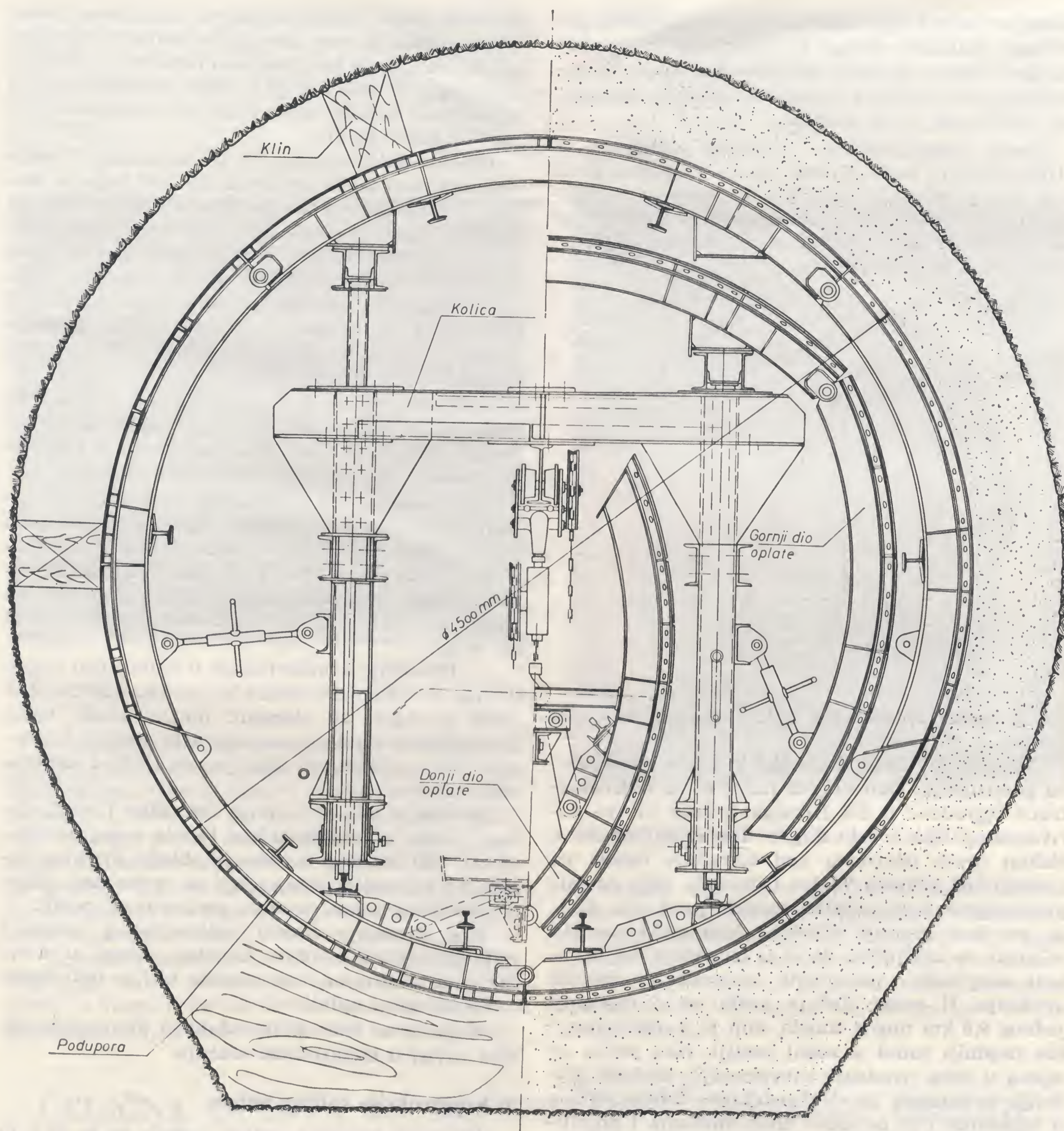
Izvođenje obloge u dvije faze (dno i svod) dolazi u obzir prvenstveno kod tunela većeg promjera od 4,00 m. Kod izvođenja obloge kružnog tunela na taj način primjenjuje se ravno dno, dakle u stvarnosti jedan donekle potkovičasti profil.

Kod izvođenja tunela potkovičastog presjeka redovito dolazi u obzir izvedba obloge u dvije faze, jer za dno ne treba oplate niti se dno uopće može izvesti u oplati.

Koja će se vrst oplate odabrati kao najpovoljnija zavisi o konkretnom slučaju.

3. Konstrukcija čelične oplate

Elementi tunelske oplate sastoje se iz dva ili više segmenata koji su u poprečnom smjeru međusobno spojeni vijcima ili zglobovima. Dužina ovih elemenata zavisi o vrsti oplate i promjeru tunela, i kreće od 2 do 10 m. Pojedini segmenti izrađuju se već u tvornici u dužini koja odgovara dužini elemenata oplate. Međutim, kod velikih i teških oplata često se pojedini segmenti u tvornici izvode u kraćim odsječcima, te se na gradilištu sastavljaju (vijcima) u elemente određene duljine. Segment kao osnovni elemenat čelične oplate sastoji se od plašta, ukrućenja i elemenata za spajanje. Debljina lima zavisi o razmaku glavnih nosača i uzdužnih ukrućenja, koja djeluju ka osekundarni nosači, te veličine opterećenja plašta svježim betonom. Veličina segmenta zavisi o komercijalnim

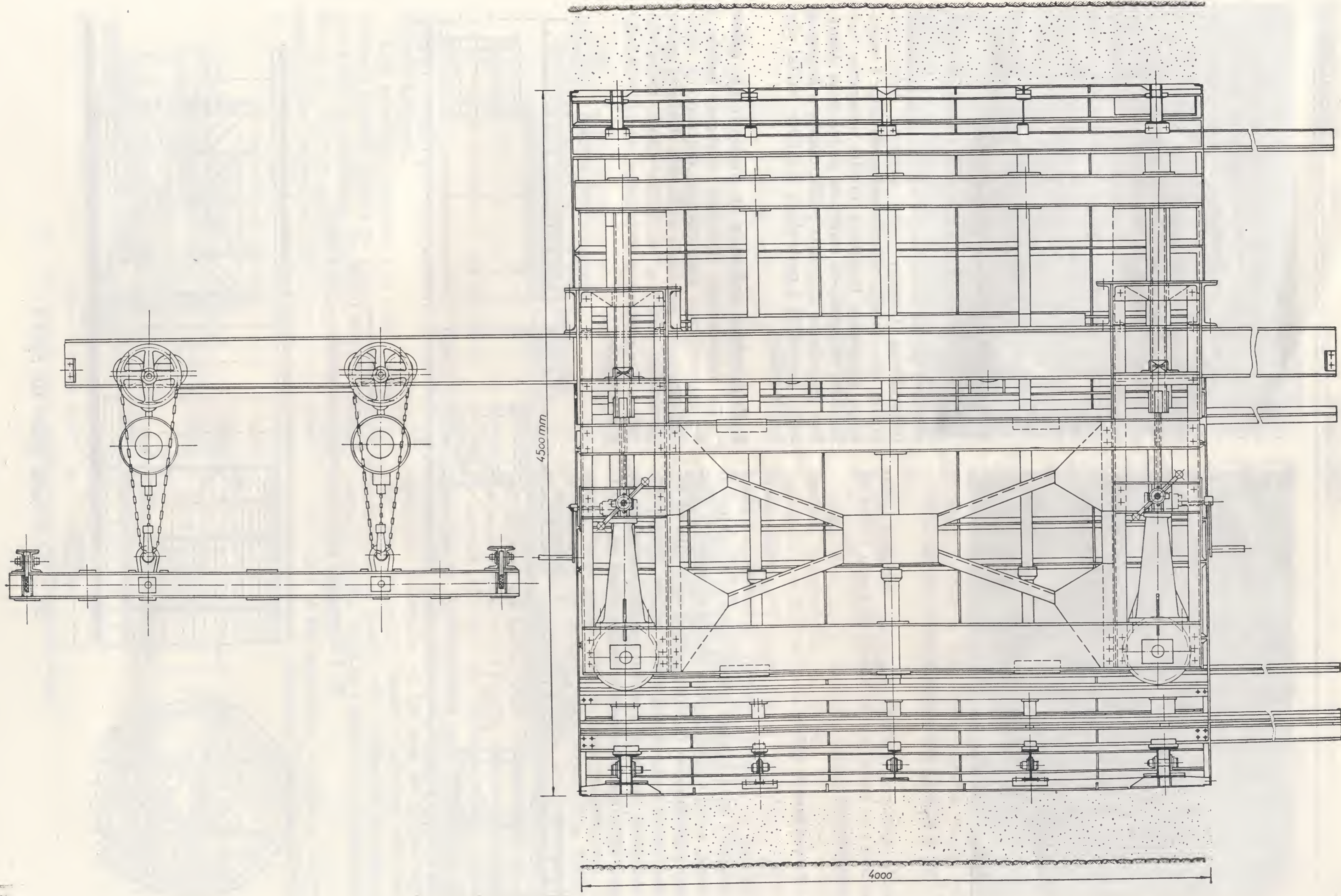


Sl. 2/1 Teleskopska oplata HE Gojak — Poprečni presjek

dimenzijama lima i eventualnim specijalnim zahtjevima u vezi transporta i montaže elemenata oplate na gradilištu.

Glavni nosači segmenta sastavljeni su, kod većih profila tunela, od varenih nosača izrađenih od lima, a kod manjih profila tunela mogu biti i od valjanih nosača. Uzdužni nosači su redovito od valjanih profila. Segmenti oplate su redovito izvedeni u varenoj konstrukciji od čelika Č37 uz primjenu elektroda za dinamička opterećenja, jer oplate podliježu znatnim dinamičkim utjecajima prilikom ugradnje i vibriranja betona.

Glavni nosači oplate su redovito tako dimenzionirani, da segmenti, odnosno elementi oplate mogu preuzeti opterećenje svježim betonom bez potrebe ikakvog podupiranja ili razupiranja. Jedino kod oplate tunela izuzetno velikog presjeka trebat će iz razloga veće ekonomičnosti, predvidjeti i takva razupiranja, ako to dopuštaju prilike. Postavljena oplata se redovito razupire na stijenu, odnosno površine iskopa, na koji je način postignut potreban stabilitet i nosivost cijele oplate. Kod potkovičastih oplata treba provesti sidrenje pod-



Sl. 2/2 Teleskopska oplata HE Gojak — Uzdužni presjek



Sl. 3 Oplata HE Gojak u fazi premještanja

nožja oplate u podlogu (betonsku uzdužnu traku na kojoj je kolosijek po kojem se kreću kolica za premještanje).

4. Premještanje oplate

Za demontažu, premještanje i postavu oplate potrebni su posebni uređaji. Teleskopska oplata premješta se u cijelim elementima u sklopljenom stanju, a kod obične čelične oplate se redovito prenose pojedini veći dijelovi jednog elementa ili cijeli elemenat, ako to dopuštaju prilike. Demontaža i sklapanje oplate je pomoću posebnih uređaja na ručni ili hidraulički pogon. Ovi uređaji su montirani na kolicima, kojima se prebacuju pojedini elementi oplate. Oplata se skida (odmiče) od betonirane obloge, te pojedini segmenti sklapaju u određeni položaj koji omogućuje prebacivanje elementa u novi položaj. Na mjestu ponovne montaže pojedinog elementa, rasklapanje i postava oplate je pomoću istih ručnih ili hidrauličkih uređaja na kolicima. Kolica za premještanje su pokretna na kolosijeku. Kod potkovičastih oplata (bez dna) potrebno je postaviti poseban kolosijek za ova kolica, a kod potpuno zatvorenih oplata, ovaj kolosijek je učvršćen na segmentima dna.

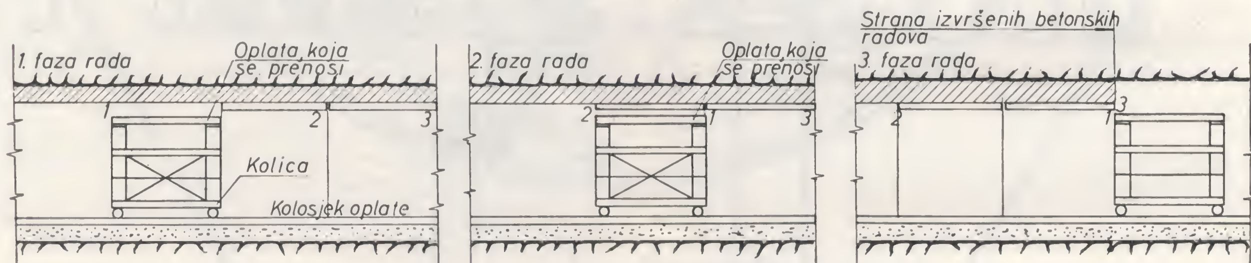
Ovaj mehanizirani način premještanja oplate je relativno brz i zahtijeva mali broj radnika.

5. Mogućnost primjene čelične oplate

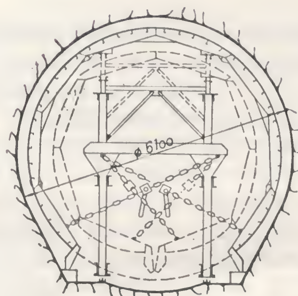
Čelična oplata, teleskopska ili obična, može se upotrijebiti u tunelima samo u slučajevima kad slobodni profil iskopanog tunela nije zagrađen podgradama. Ovakav način uvjetuje, dakle, primjenu suvremenih metoda podgrađivanja i osiguranja iskopanog tunelskog profila zategama, torkretnom oblogom ili čeličnom podgradom. Potreban je potpuno slobodan profil tunela u kojem se mogu provlačiti i postavljati relativno veliki elementi oplate.

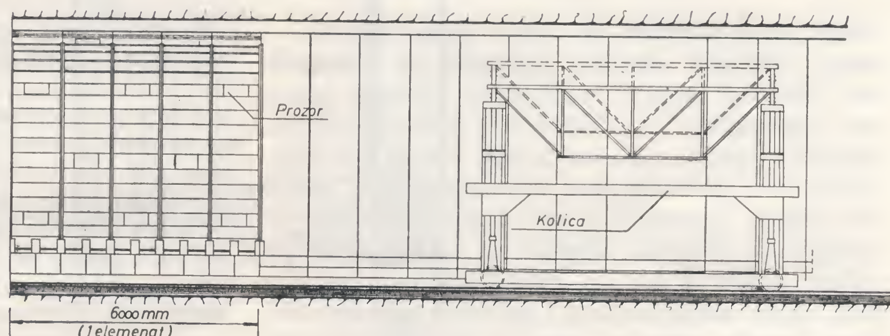
6. Primjenjene smjernice za projektiranje oplate

Za postizavanje potrebne nosivosti oplate i što ekonomičnije konstrukcije, potrebno je odrediti dimenzije pojedinih sastavnih dijelova oplate na temelju statičkog proračuna oplate. Osim vlastite težine uzeto je u obzir samo opterećenje svježim betonom.



Sl. 4 Shematski prikaz premještanja oplate — HE Split





Sl. 5 Teleskopska oplata HE Split I



Sl. 6 Oplata HE Split

Kao osnovica za proračun služile su već poznate formule iz statike (vidi sl. 1).

$$p_y = \gamma \cdot y$$

$$p_x = \gamma \cdot h \cdot tg^2 \, (45^0 - \varphi/_2) \cdot$$

Za svježi beton prigodom vibriranja $\varphi = o$, te je prema tome:

$$p_x = \gamma \cdot h \cdot$$

Pritisak betona na oplatu u smjeru normale:

$$p_n = p_x \sin^2\alpha + p_y \cdot \cos^2\alpha$$

gdje je α kut između normale na oplatu i horizontale.

Uvrstivši vrijednosti za p_x i p_y dobiva se:

$$p_n = \gamma \, (h \sin^2\alpha + y \cdot \cos^2\alpha)$$

U slučaju kad je $y = h$

$$p_n = \gamma h \, (\sin^2\alpha + \cos^2\alpha) = \gamma \cdot h \cdot$$

Najsloženije principijelno pitanje kod ovog proračuna predstavlja opseg djelovanja opterećenja svježim betonom.

Kod proračuna redovito nije uzet u obzir istovremeni pritisak betona po cijelom opsegu oplate, već samo po pojedinim odsjecima. Ovo s razloga, što se ne betonira takvom brzinom da bi mogao nastati takav nepovoljan slučaj opterećenja oplate, tj. djelovanje svježeg betona na cijelu oplatu. Ispunjavanje oplate betonom je postepeno u horizontalnim ili kosim slojevima. Dok se ugrađuju gornji slojevi betona, donji su već vezali, i ne proizvode nikakav pritisak na oplatu; dapače doprinose ukućenju i stabilnosti cijele oplate.

Zona djelovanja opterećenja svježim betonom utvrđuje se na temelju detaljnog plana izvođenja radova i predvidive brzine ugradnje betona i porasta njegovog nivoa u oplati, uzimajući u obzir vrijeme vezanja i stvrdnjavanje betona. U praksi se ponajčešće dolazi do rezultata, da zona djelovanja ovog pritiska iznosi 1,5—3,0 m (u visinskom smjeru).

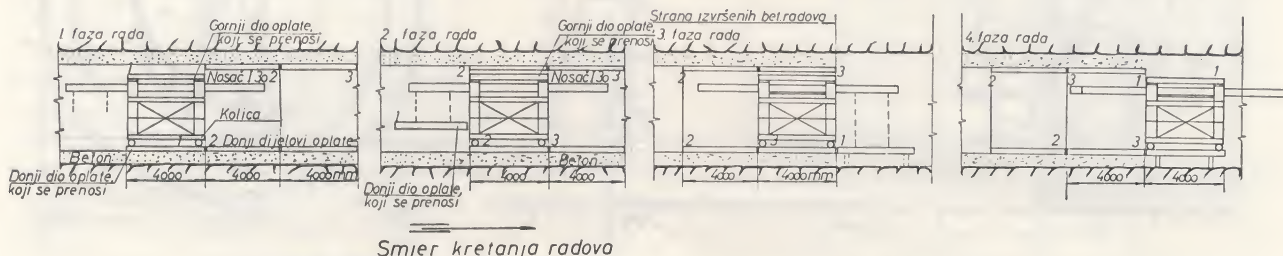
Plašt oplate je od lima debljine 3—10 mm. Sekundarni nosači su obično valjani profili NPI ili NPU, visine 50—120 mm. Primarni, glavni nosači, kod manjih profila tunela su od valjanih NPI ili NPU profila, a kod većih profila tunela od varenih nosača izrađenih od lima debljine 6—14 mm.

7. Izvedene konstrukcije

7. 1. HE »Gojak«

Radi se o prvoj čeličnoj teleskopskoj oplati domaće konstrukcije i izrade, te prvoj takvoj oplati primjenjenoj uopće kod nas. Bio je odabran sistem kontinuiranog betoniranja obloge kružnog tunela svijetlog promjera 4,50 m, u jednoj fazi. Na svakom radnom mjestu betoniranja dionice dužine 1,8 km, bilo je postavljeno 12 elemenata po 4,0 m dužine, dakle svega 48 m oplate. Svaki elemenat sastojao se od 5 segmenata; gornja polovica imala je tri segmenta, a donja polovica dva. Po dovršenoj montaži, gornja polovica se vezala za donju pomoću klinova (sl. 2). Kolica za premještanje oplate bila su tako projektirana, da je kroz njih bio moguć prolaz vagonetima. Oplata se nastavljala i skidala pomoću stezača, diferencijalnih koloturnika i mehaničkih dizalica, koji su bili sastavni dio kolica. Plašt od lima 8 mm bio je privaren na lukove od profila NPI-18 postavljenih na razmak 850 mm. Na lukovima donjih segmenata bila su privarena dva para šina; jedan par za kolosijek širine 1900 mm za prijevozna kolica, drugi par kolosijeka od 600 mm za prolaz vagoneta. Kao sekundarni nosači i uzdužna ukrućenja primjenjeni su profili NPI. Kolica su izrađena iz valjanih profila NPU-20 i NPU-30, u konstrukciji povezanoj vijcima.

Na oplati je bio predviđen, u početku nedovoljan broj prozora za vibriranje i kontrolu ugradnje



Sl. 7 Shematski prikaz premještanja oplate — HE Gojak

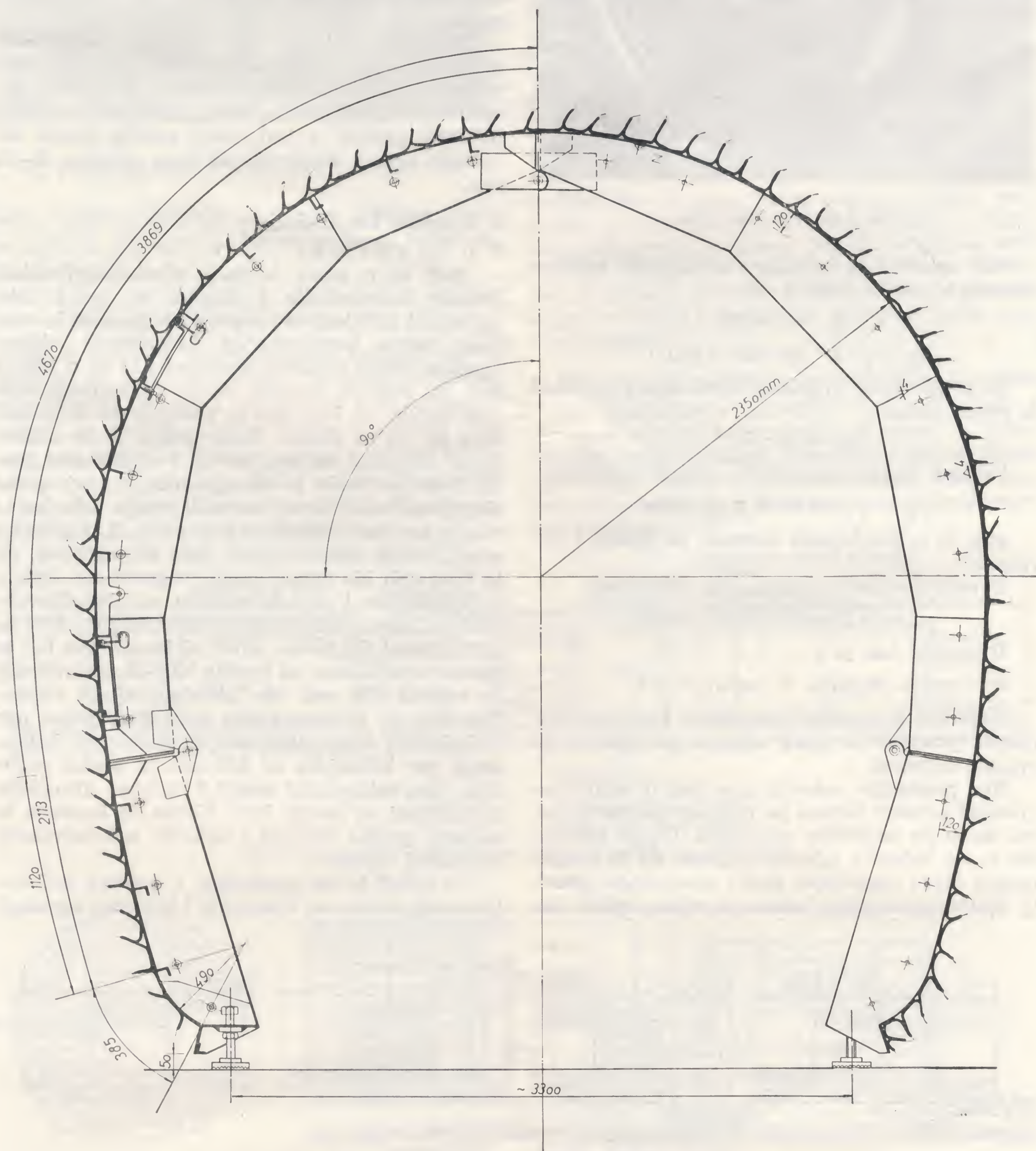
betona; njihov broj i veličina povećani su na temelju prvih iskustava u radu.

Radna operacija skidanja i postave oplate prikazana je na sl. 3. i 7.

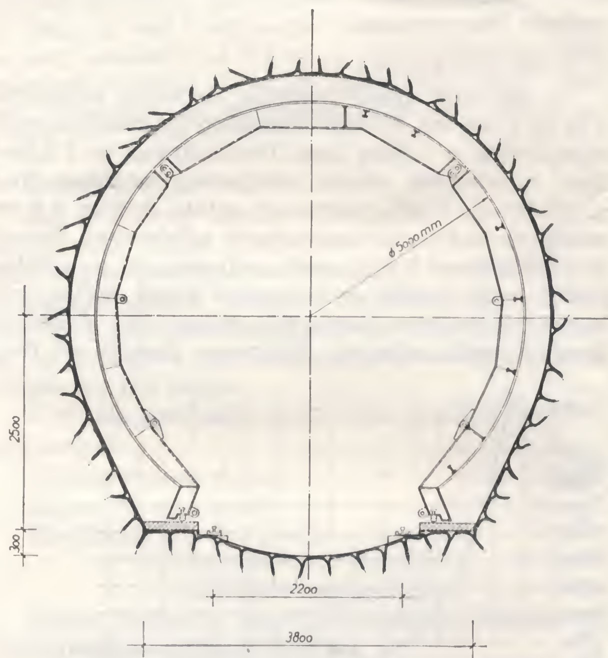
Jedan elemenat dužine 4,0 m bio je težine 10,5 t, a kolica su bila teška 6,5 t.

7. 2. HE »Split I«

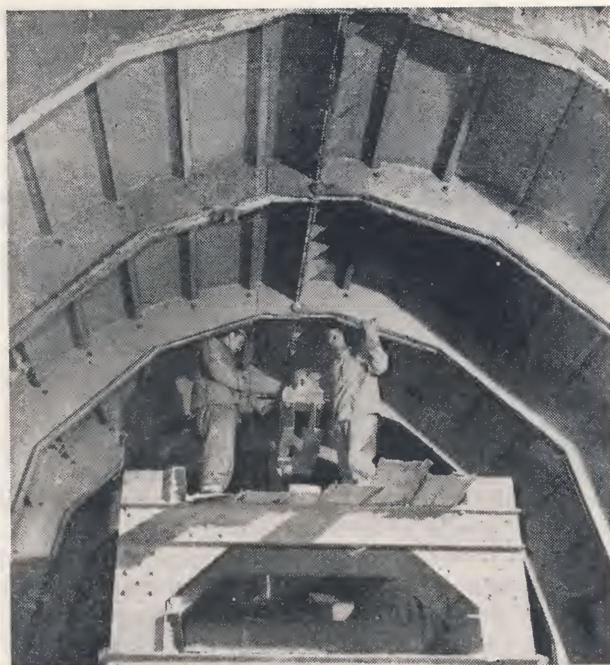
Na 3 km dugoj dionici kružnog tunela, svijetlog promjera 6,10 m, obloga se izvodila u dvije faze, najprije svod, a potom dno. Betoniranje nije bilo kontinuirano zbog primjene ugradnje betona pumpom i nastojanja da se postigne vrlo efikasno ispunjavanje oplate betonom, naročito u svodu. Iskop radnog profila tunela bio je potkovičastog oblika, te je i oplata bila takvog oblika. Primjenjeno je pet elemenata teleskopske oplate dužine po 6,0 m. Ovi elementi bili su sastavljeni od pojedinačnih dijelova širokih 1,20 m, međusobno sastavljenih vijcima i zglobovima (sl. 5 i 6). Elementi su izrađeni od lima i valjanih profila u zavarenoj konstrukciji. Svaki element imao je u poprečnom



Sl. 8 Teleskopska oplata za potkovičasti tunel — HE Senj



Sl. 9 Teleskopska oplata za kružni tunel — HE Senj



Sl. 10 Oplata He Senj

smjeru četiri zgloba zbog sklapanja i provlačenja kroz postavljenu oplatu. Konstrukcija kolica za prijenos oplate omogućila je prolaz vagonetima, kojima je dovožen beton za betoniranje dna. Šine po kojima su se kretala kolica bile su postavljene na uzdužne betonske pragove. Razmak šina bio je 3000 mm.

Radna operacija postave i skidanja oplate bila je jednostavnija negoli prethodna na HE »Gojak«, i prikazana je na sl. 4.

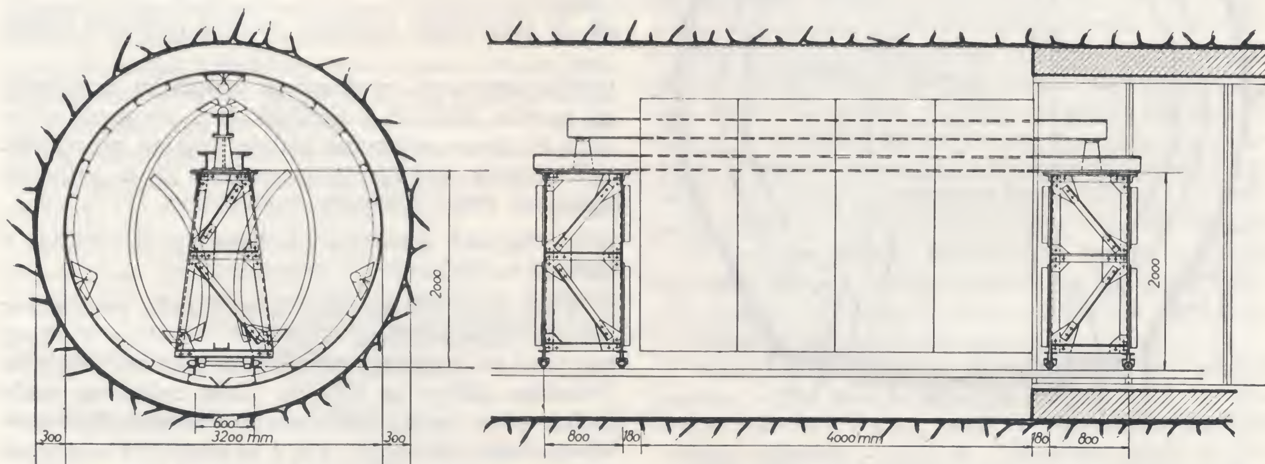
Lim oplate bio je debljine 5 mm, sekundarni uzdužni nosači od profila NPU- 6,5 na razmaku 380 mm, a glavni nosači od limenih nosača visine min. 300 mm, od lima 8 mm, i na razmaku 1200 mm.

Na temelju prethodnih iskustava bila je ova oplata predviđena s većim brojem revizionih otvora.

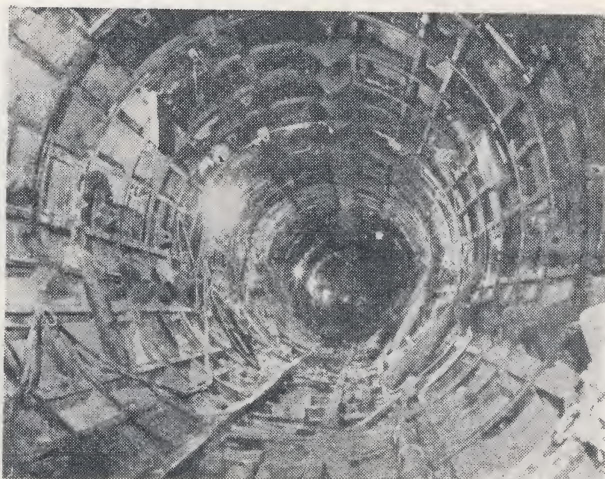
Jedan elemenat dužine 6,0 m bio je težak 9,0 t, a kolica za prijenos, težila su 10,0 t.

7. 3. HE »Senj«

Na ovoj gradnji izvođeno je teleskopskom oplatom preko 15 km tunela ∅ 5,00 m, potkovičastog i kružnog svijetlog presjeka. Konstruktivno su obje oplate bile vrlo slične, jer se kružna obloga izvodila u dvije faze, dakle također s oplatom potkovičastog oblika (sl. 8—10). Korištena su iskustva s prethodne gradnje, »Split«, i primjenjena je oplata istog tipa.



Sl. 11 Teleskopska oplata HE Rijeka



Sl. 12 Oplata HE Rijeka

Interesantno je napomenuti, da su na ovoj gradnji primjenjene dvije konstrukcije oplate, koje su, premda istog principijelnog rješenja, bile donekle različite u konstruktivnom pogledu. Razlika je bila u debljini plašta (5 i 8 mm), te rasporedu i dimenzijama sekundarnih nosača (NPU 6,5 i NPI 8).

Jedan elemenat oplate s debljim plaštem težio je 9,5 t, a one s tanjim plaštem 8,0 t. Međutim, cijena izrade bila je u oba slučaja praktički ista, jer je jedinična cijena kg težine oplate s jačim limom bila osjetljivo niža od one s tanjim limom. Kolica za prijenos su bila težine 7,4 t. Za svako radno mjesto na kojem je izvođeno 3,0—3,2 km obloge, bilo je primjenjeno šest elemenata oplate od po 6,0 m dužine, dakle na jednom radnom mjestu ukupno 36 m oplate.

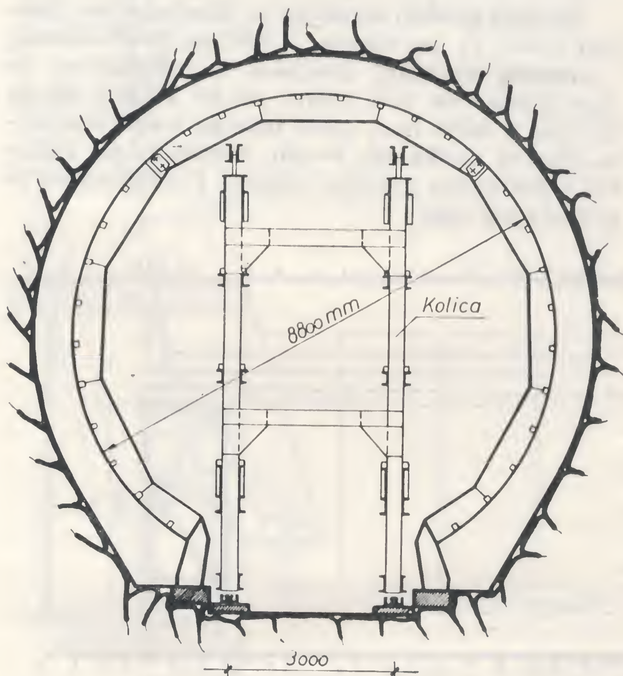
7. 4 HE »Rijeka«

Za dovodni tunel kružnog svijetlog promjera 3,20 m i dužine 3,2 km odabrano je kontinuirano betoniranje u jednoj fazi. Projektirana je i izvedena teleskopska oplata zatvorenog kružnog presjeka (sl. 11 i 12). Elemenat oplate dužine 4,0 m sastoji se od 4 segmenta spojenih zglobovima. Svega je primjenjeno 9 elemenata, odnosno 36 m oplate. Profil ovog tunela je relativno dosta malen, pa kolica za prijenos zatvaraju gotovo sav slobodan prostor među oplatom. Kolica se sastoje od dva tornja povezanih međusobno uzdužnim nosačima, od profila NPU-16 i NPU-20. Ovi tornjevi smješteni su izvan elementa oplate koji se premješta.

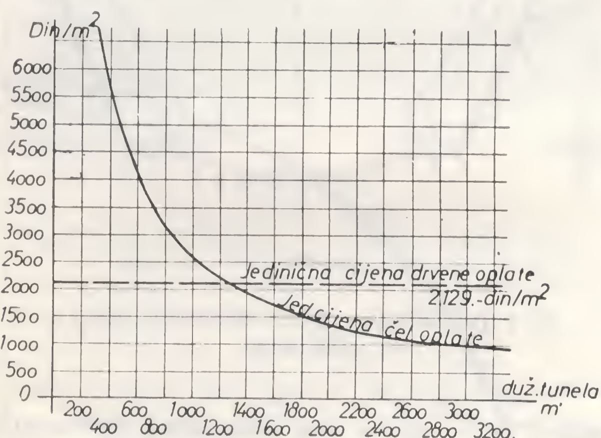
Postupak premještanja oplate je u principu analogan prije opisanim postupcima.

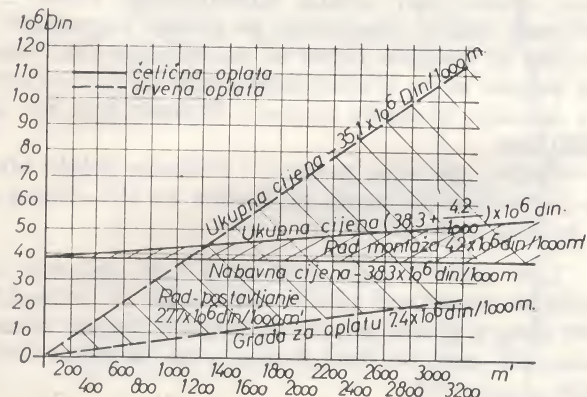
7. 5. Tunel preljeva brane Kruščica (HE »Senj«)

Radi se o 240 m dugačkom tunelu preljevnog objekta nasute brane Kruščica. Tunel je kružnog presjeka sa svijetlim promjerom 8,80 m. Debljina betonske obloge je 1,20 m. Zbog relativno male dužine ovog tunela odabrana je obična čelična (neteleskopska) oplata (sl. 13), i to svega tri elementa dužine po 2,0 m. Plašt oplate je od lima debljine 10 mm, uzdužni sekundarni nosači su iz valjanih



Sl. 13 Oplata tunela preljeva brane Kruščica HE Senj





Sl. 14 Usporedba troškova drvene i čelične oplate

profila NPU-8, a glavni nosači od varenih nosača od lima 10 mm i najmanje visine 400 mm. Težina jednog elementa od 2,0 m je 13,0 t. Kolica s elementima kretala su se po kolosijeku širine 3000 mm. Izvedena su iz profila NPU-30 i težila su 13,0 t.

8. Rentabilnost primjene

Od pravilnog izbora vrste i količine čelične oplate kod duljih tunela zavise velike uštede u troškovima građenja. Ovo prikazuju grafikoni usporedbe troškova drvene i čelične podgrade (sl. 14). Ovaj primjer razrađen je za kružni tunel svijetlog promjera 5,00 m, debljine obloge 0,30 m (odgovara HE Senj).

Kod usporedbenih proračuna korišteni su ovi pokazatelji:

Cijena čelične oplate	600 Din/kg
Cijena drvene građe	65.000 Din/m^3
Korištenje drvene građe — za oplatu	4 puta
— za remenate (lukove)	45 puta
— za ostalo podupiranje	20 puta

Odnos troškova materijala-rada za betoniranje tunela dužine dionice 3200 m

— kod čelične oplate	73%:27%
— kod drvene oplate	22%:78%

Odabrana 36 m duga oplata je ekonomičnija u primjeni kod duljine radne dionice od preko 1300 m, dakle kod veće od 35-struke upotrebe. U toku 10-godišnje prakse u primjeni ovakvih oplata, samo je kod prve primjene na granji HE »Gojak«, postignuta 40-struka primjena, a na svim kasnijim gradnjama 80-100-struka upotreba oplate. Na taj način postignuto je sniženje troškova oplate za oko 50%.

9. Postignuta iskustva

U projektiranju ovih oplata korištena su iskustva s vlastitim projektima, primjenjenim na prethodnim gradnjama. Nastojalo se poboljšati kvalitet i postići ekonomičnije rješenje. Ova nastojanja odrazila su se u težinama pojedinih oplata, i to prema redoslijedu njihovog projektiranja i izrade.

HE Gojak	Ø 4,50 m	185 kg/m^2
HE Split I	Ø 6,10 m	105 kg/m^2
HE Rijeka	Ø 3,20 m	92 kg/m^2
HE Senj	Ø 5,00 m	127 kg/m^2
Preljev Kruščica	Ø 8,80 m	285 kg/m^2

Dok prva oplata pokazuje primjenu relativno vrlo teške konstrukcije, oplata za HE Split I je bila prelagana zbog specifičnih uslova ugradnje betona klipnom pumpom uz nekontinuiranu izradu obloge, stoga je dolazilo do pojave većih pritisaka na oplatu nego što je bilo predviđeno. Kod kasnijih konstrukcija pokazuje se već izvjesno ustaljenje jediničnih težina oplate, uzimajući naravno u obzir promjer tunela i debljinu obloge.

Iskustvo je pokazalo da je bio pravilan put izbora konstrukcija domaće izrade oplate prema uglavnom vlastitim projektima. Prvu ovakvu oplatu izvela je »Hidromontaža«, Maribor, a kasnije poduzeća: »Ante Jonić« (danas »Dalmastroj«), Split, »Metalna«, Maribor i »Jugomontaža«, Zagreb. U svim slučajevima bila je postignuta, u usporedbi s oplatama iz uvoza, zadovoljavajuća cijena i kvaliteta. Ovo usprkos toga što se radilo o dosta složenoj konstrukciji za koju je tražena određena tačnost. Bilo je i teškoća s rokovima isporuka zbog nedostataka reprodukcionog materijala.

PODVODNO TEMELJENJE OBJEKATA U KRAŠKIM TERENIMA

Uvod

Kod izvođenja objekata u kraškim terenima često treba izvesti temeljenje objekata pod vodom. Poznato je da je naš kraš toliko raspucan, da se u njemu u određenim prilikama pojavljuju tolike količine procjedne ili podzemne vode, koje se ne mogu savladati nikakvim crpaljkama. Ovo se konkretno odnosi na izvođenje objekata u blizini mora ili vodotoka kad su objekti ispod njihovog nivoa ili na područjima gdje se pojavljuju velike količine podzemne vode stalnog ili privremenog karaktera.

Za izvođenje objekata u takvim uslovima, »Hidroelektra« je primjenila rješenja koja su bila uvjetovana ne samo razlozima tehničke prirode, nego i postavljenom roku izvođenja. Opisat ćemo dva primjera takve izvedbe.

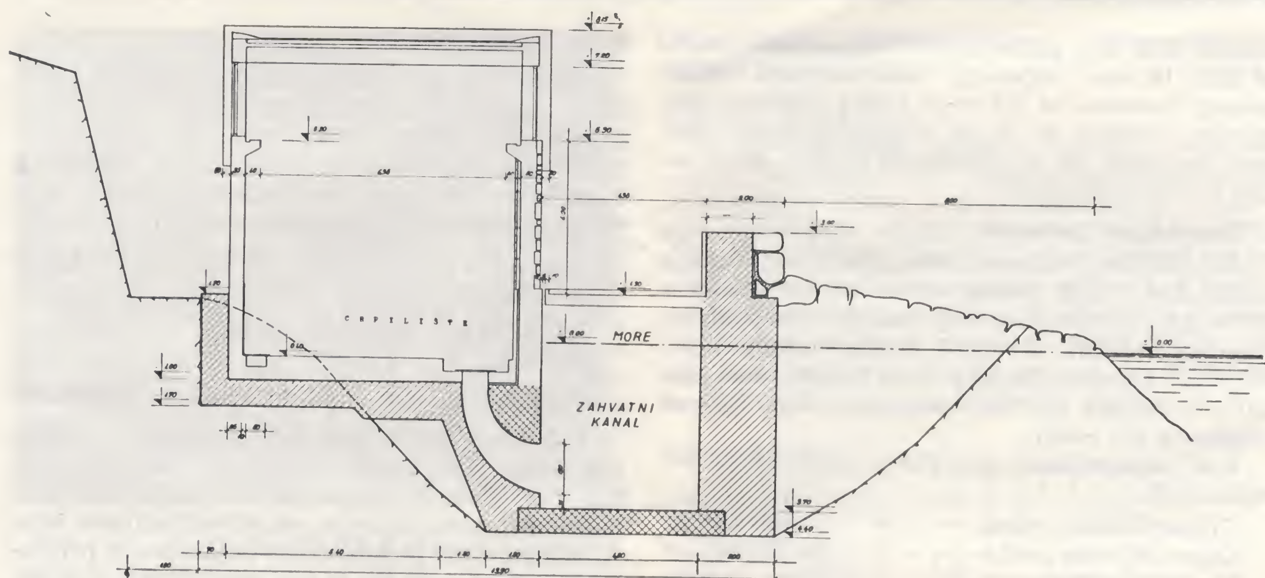
Crpilište morske vode-Urinj

Opis objekta

U sklopu izgradnje nove rafinerije nafte u Urinju trebalo je izgraditi crpilište za morsku vodu kao zasebni objekat. Izvođenju ovog objekta trebalo je posvetiti naročitu pažnju jer je o njegovom pravodobnom dovršenju zavisila mogućnost puštanja u pogon cijele rafinerije.

Crpilište morske vode smješteno je uz obalu na istočnom rubu energetske platforme. Kapacitet crpilišta zajedno s rezervom i budućim povećanjem iznosi 12.700 m^3/sat ili 3,53 m^3/sek rashladne morske vode. Za zaštitu objekta od udara valova izveden je valobran širine 2,0 m. Objekat ima površinu od 600 m^2. Sastoji se od zahvatnog kanala, bazena i prostora za smještaj crpki. Zahvat morske vode nalazi se na zapadnom rubu crpilišta. Sastoji od 2 dovodna kanala, izvedena od betona u obliku cijevi Ø 200 cm, dužine oko 15 m. Zbog jednoličnog dotoka zahvaća se more na dubini od 4,0 m, tj. ispod dubine najvećih valova.

Nakon prolaza kroz dovodne kanale, prelazi morska voda dva preljeva s taložnicama, te dolazi u zahvatni kanal, kojeg se dno nalazi na koti —3,30, odnosno —3,55 m. Zahvatni kanal je pokriven. Zbog čišćenja i isključenja pojedinih dijelova kanala, i popravaka crpki, predviđen je sistem



Sl. 1 Poprečni presjek crpilišta

zapornica za pregrađivanje. Kako je pod prostorije za crpke na koti —0,40 m, tj. niži od nivoa mora i treba biti osiguran od prodiranja mora, izvedena je olovna izolacija poda i zidova do kote +1,0m (sl. 1). Za montažu i demontažu crpki predviđena je pomična dizalica. Sama zgrada crpilišta građena je od armiranog betona.

Izbor načina izvođenja

S obzirom da je objekt na obali uz samo more, trebalo je izabrati takovo rješenje temeljenja i gradnje ispod mora, koje će garantirati kvalitetnu izvedbu i završetak gradnje u ugovorenom roku.

Razmatrane su dvije koncepcije izvedbe i metode rada, i to:

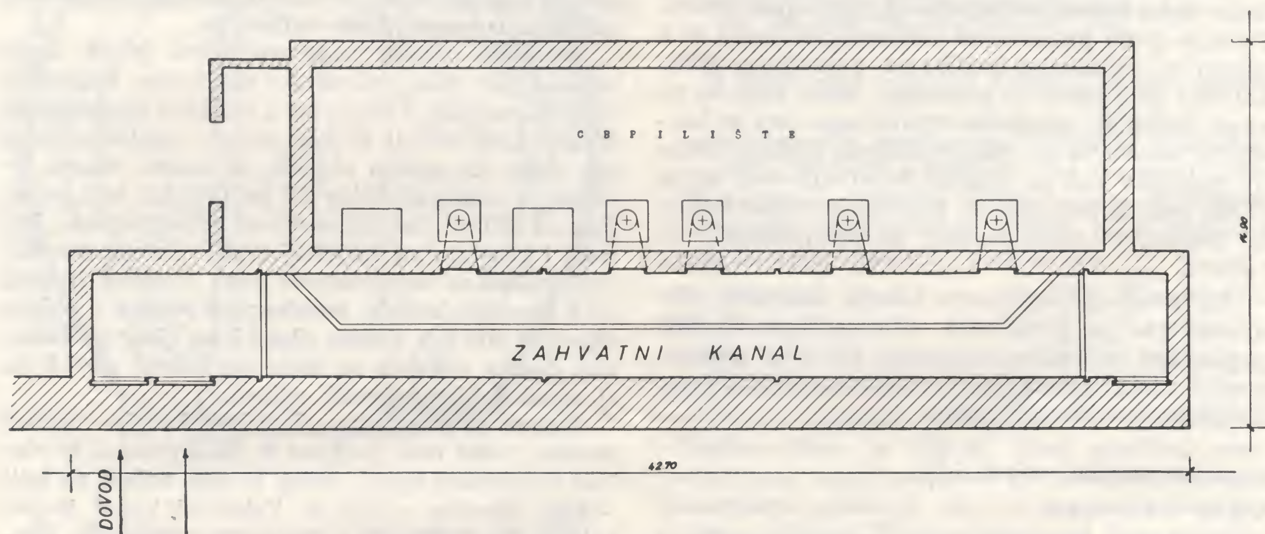
— osiguranje građevne jame pomoću zagata izgrađenih u moru i injekcionih zavjesa,

— izvedbe betonske zaštitne kazete metodom podvodnog iskopa i betoniranja.

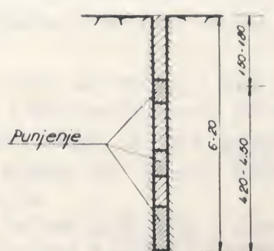
Nakon analize i sagledavanja svih odlučujućih elemenata obiju varijanata i postupka rada, odlučeno je da se upotrijebi podvodna metoda rada. Ova varijanta je složenija i teža za izvedbu, ali omogućuje izvođenje gradnje u ugovorenom roku. Varijanta koja predviđa izvedbu zagata i injekcione zavjese omogućila bi temeljenje objekta u suhom. Međutim, izrada injekcionih zavjesa oko građevne jame bila bi spora zbog jako raspucanog krečnjačkog tla i velikih šupljina. Ovo bi vrlo vjerojatno produljilo vrijeme građenja, a to se nikako nije smjelo dopustiti.

Koncepcija odabranog načina temeljenja objekta i izvedba pojedinih faza rada bila je ova:

Planiranje (do kote +0,70 mnm) terena koji zaprema objekat i uređenje radne platforme za podvodni iskop, bušenje i miniranje tla do kote —4,40, odnosno —1,70, te izbacivanje materijala bagerom; postava skela i oplata vanjskih



Sl. 2 Uzdužni presjek crpilišta



Sl. 3 Raspored minskih bušotina

strana — bočnih zidova i južnog zida crpilišta, kao i pomoćne skele za polaganje armature i betoniranje; vezanje i polaganje armature, te podvodno betoniranje armirano-betonske ploče dna zahvatnog kanala do kote —3,70; podvodno betoniranje bočnih zidova i južnog zida do kote +1,0 m; postavljanje i učvršćenje amature srednjeg zida, te postavljanje oplate za prostor aspiratora; podvodno betoniranje temelja srednjeg zida — međuprostore aspiratora — do kote —1,00; sniženje vodostaja crpenjem mora iz zahvatnog kanala na kotu ispod —1,70 m; betoniranje dna strojnog dijela crpilišta od kote —1,70 do —1,00 m, kao i sjevernog zida do kote +1,20 m; saniranje betona zidova i dna na mjestima gdje je prodirala voda, postavljanje unutarnje oplate aspiratora i betoniranje; postavljanje olovne izolacije dna strojnog dijela crpilišta i zidova do kote +1,0 m.

Izvođenjem opisanih faza rada završeno je temeljenje crpilišta do tog stupnja da je stvorena nepropusna betonska kazeta u kojoj su se nastavili i završili ostali radovi crpilišta u suhome.

Primjenjena mehanizacija

Za izvođenje radova bili su upotrebljeni ovi strojevi:

Kolska pneumatska bušilica ϕ 60—80 mm (Waggon Drill); bager tipa SB-100, s poteznom i zahvatnom kašikom, sadržine 0,75 m^3 (»14. Oktobar«); utovarivač gusjeničar tipa HSS-250, s kašikom 1,9 m^3 (Allis Chalmers, Italija); buldožer tipa AC-350, 170 KS (Allis Chalmers, Italija); miješalica za beton kapaciteta 800 l; centrifugalne sisaljke ukupnog kapaciteta 15 m^3/min.

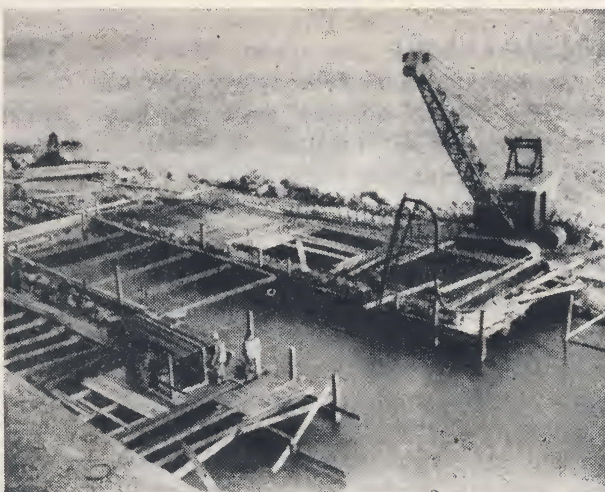
Bušenje i miniranje

Po završenom planiranju terena za radni plato do kote cca +0,70 m, bušene su minske rupe i minirano je prvo polje. Miniranje je započeto na istočnom rubu platoa u području budućeg zahvatnog kanala, a odatle se napredovalo u sjevernu i zapadnu stranu. Prvo polje, oblika četverokuta površine cca 25—30 m^2, bilo je izbušeno s 25 bušotina ϕ 70 mm, do dubine cca 6,0 m. Minirano je metodom »otpucavanje jezgrom«. Sve bušotine punjene su eksplozivom metodom »razdjelnih mina«, kod čega je najjače punjenje bilo pri dnu bušotine (4-5 kg eksploziva). Čep pri vrhu bušotine bio je dug 1,5—1,8 m. Otpucavano je električnim serijskim paljenjem.

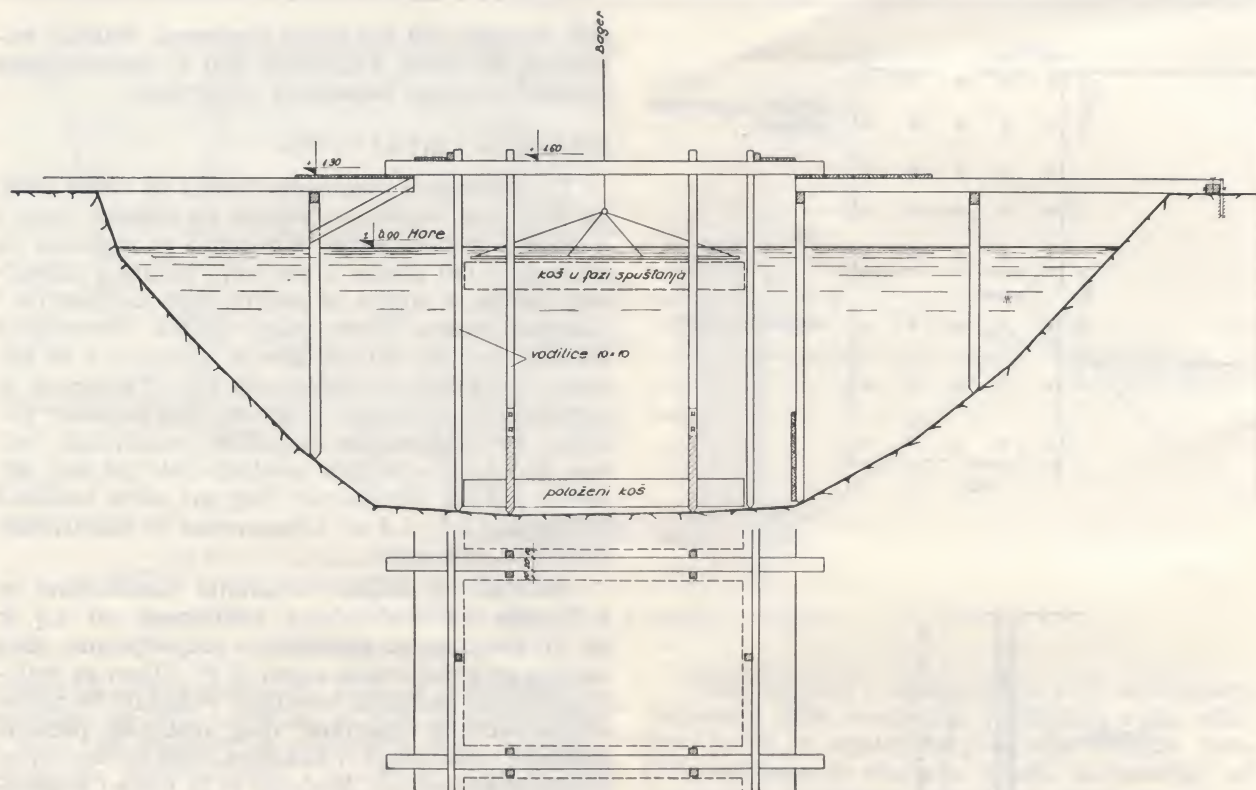
Bušotine za daljnje miniranje raspoređene su u 3 reda na međusobnoj udaljenosti od 1,5 m (sl. 3). Bušotine su privremeno zacjevljivane, zbog zarušavanja, željeznom cijevi ϕ 2". Cijevi su izvlačene poslije punjenja bušotine. Pokušalo se zacjeviti salonitnim cijevima; zbog njihovog pucanja prilikom utiskivanja u bušotinu, nisu se ove cijevi pozakale podesnima. Miniralo se je visoko brizantnim eksplozivom »Vitezit 80«, koji se na gradilištu pakovao u nepropusne najlon vrećice i tako spuštao na određeno mjesto u bušotinu. Prosječna količina punjenja bila je po 1 bušotini 10 kg eksploziva, odnosno 1,0 kg eksploziva za 1,0 m^3 sraslog iskopa. Kod bušenja i miniranja nije bilo naročitih teškoća.

Vađenje minirane stijene

Odmah poslije svakog miniranja vađen je materijal tako, da se kod slijedećeg serijskog otpucavanja stijena mogla odvaljivati u već iskopani susjedni prostor. Rastreseni materijal vađen je bagerom, i to do kote —3,50 m, uz upotrebu zahvatne



Sl. 4 Gradilište u početnoj fazi betoniranja



Sl. 5 Skele i vodilice

kašike tipa »polip« sadržine 0,75 m^3, a kod dubljih iskopa do kote —4,40 m sa poteznom kašikom (dragline) sadržine 0,75 m^3. Efekat rada sa zahvatnom kašikom od dubine —3,50 do konačne dubine —4,40 bio je relativno vrlo malen zbog suviše tankog sloja materijala kojeg je trebalo vaditi. Završna faza iskopa sastojala se od izravnanja i čišćenja građevne jame podvodnim miniranjem nalegnim minama, te vađenjem sitnog materijala i taloženog mulja pomoću pumpa (refuler). Ovo čišćenje bilo je neophodno jer je sloj mulja bio mjestimično i do 50 cm debeo.

Oplate i skele

Grede skela i skeleta oplata spuštane su na određeno mjesto do dna građevne jame nakon što su opterećene utezima izrađenim od otpadaka šina normalnog kolosijeka, ili čeličnih cijevi ϕ 100-150 mm ispunjenih betonom, koji su bili učvršćeni matičnim vijcima za donji kraj gredice (sl. 4, 5).

Armatura za armiranobetonsku ploču dna sastavljena je i vezana za na to pripremljenoj skeli uz more, u obliku koševa. Odatle se pojedini koševi polažu na dno građevne jame pomoću dizalice. Za pravilno spuštanje koševa postavljene su okomite gredice, koje su fiksirale položaj svakog koša na dnu jame i ujedno služile kao vodilice prilikom spuštanja. Ove vodilice su po potrebi premještane s napredovanjem polaganja koševa.

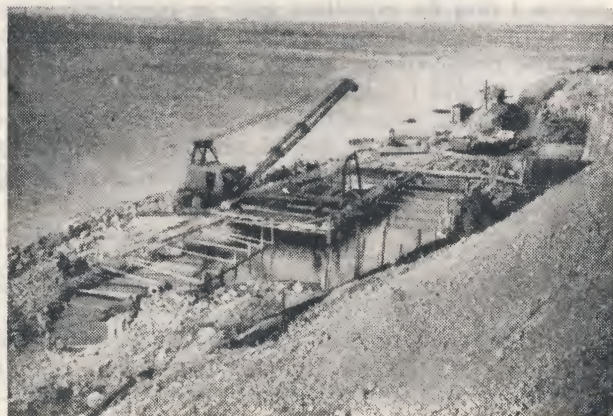
Za cijelo vrijeme izvođenja podvodnih radova na temeljenju crpilišta bilo je angažirano, prema potrebi nekoliko ronilaca.

Podvodno betoniranje

Podvodno betoniranje je započelo, kako je već spomenuto, izvođenjem armiranobetonske ploče dna zahvatnog kanala, i to »Contractor« postupkom pomoću u beton uronjene cijevi ϕ 300 mm (sl. 6 i 7).

Cijev za betoniranje s lijevkom na vrhu prebacivala se s jednog mjesta na drugo, pomoću dizalice.

Zbog armature dna koja je sezala do 10 cm ispod površine betonske ploče dna zahvatnog ka-



Sl. 6 Skele i vodilice

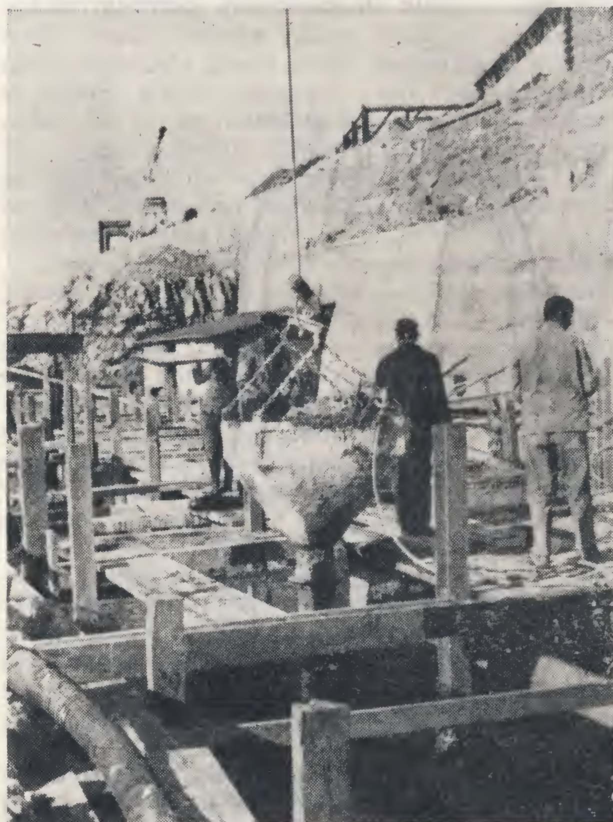
nala, cijev za betoniranje se nije mogla premještati povlačenjem uronjena u betonu, već se svaki put izvlačila i ponovno uronila na određeno mjesto između željeznih šipki armature. Jednim položajem cijevi za betoniranje mogao se dostići radijus dometa betoniranja oko 1,5 m i dostići projektirana visina, tj. betonski sloj visine 70 cm.

Neko posebno izravnanje gornje površine betonskog sloja nije se pokazalo potrebnim, jer se betonska masa ravnomjerno širila i nije bilo pojave većih neravnosti. Bilo je dosta nezgodno što se kod svakog premještanja cijevi za betoniranje, a to je u našem slučaju bilo često, ova cijev morala brtviti čepom. Čep, potiskivan od betonske mase istiskivao je iz cijevi, i pred sobom, morsku vodu i time spriječavao da se iz betonske mase ispere cement, odnosno da dođe do nepoželjne segregacije i odvajanja maltera od krupnijih zrnaca.

Nakon završetka betoniranja armiranobetonske ploče dna zahvatnog kanala, betonirani su temeljni zidovi, i to prvo bočni i južni zid, a potom srednji.

Podvodno betoniranje bilo je kontinuirano, kod izvedbe armiranobetonske ploče zahvatnog kanala u jednom sloju, a kod temeljnih zidova u slojevima visine oko 70 cm. Radovi su tekli bez većih teškoća.

Kod betoniranja dna i sjevernog zida strojnog dijela crpilišta nastale su teškoće usprkos uspjelog sniženja vodostaja u zahvatnom kanalu ispod kote —1,70. Uzrok tome bili su izvori bočate vode, koji su se pojavili na sjevernoj strani; voda je izlazila u jakim mlazevima kroz pukotine u stijeni. Voda iz izvora je kanalima odvedena u dvije odvodne drenažne betonske cijevi Ø 150 mm i 300 mm, koje su provedene kroz beton srednijeg zida. Na taj način je procjedna voda odvedena u zahvatni kanal. Provedenom odvodnjom procjedne vode omogućeno je betoniranje na relativno suhu podlogu. Kasnija lokalna procurivanja kroz beton brtvena su pomoću maltera pripremljenog uz dodatak brzoveznog sredstva »Sika-Binda« 4a. Nakon što je izrađena olovna izolacija injektirane su drenažne cijevi Ø 150 i 300 mm. Injektirano je cementnim mlijekom. Tako su zabrtvene drenaže ispod betonske ploče dna. Za ovo injektiranje izrađena su specijalna mehanička brtvila, namještena na izlazu betonske cijevi. Za ove injekcione radove bilo je utrošeno 11 t cementa.



Sl. 7 Betoniranje pod vodom

Za podvodno betoniranje bila je primjenjena betonska mješavina od prirodnog granuliranog šljunka sa šljunkare na Grobničkom polju, uz dodatak 300 kg cementa Pc 350 po m^3 gotovog betona uz vodocementni faktor 0,62—0,65.

Dovršenjem betoniranja dna strojnog dijela crpilišta i sjevernog zida, završena je posljednja faza rada temeljenja objekta ispod razine mora.

Rezultat

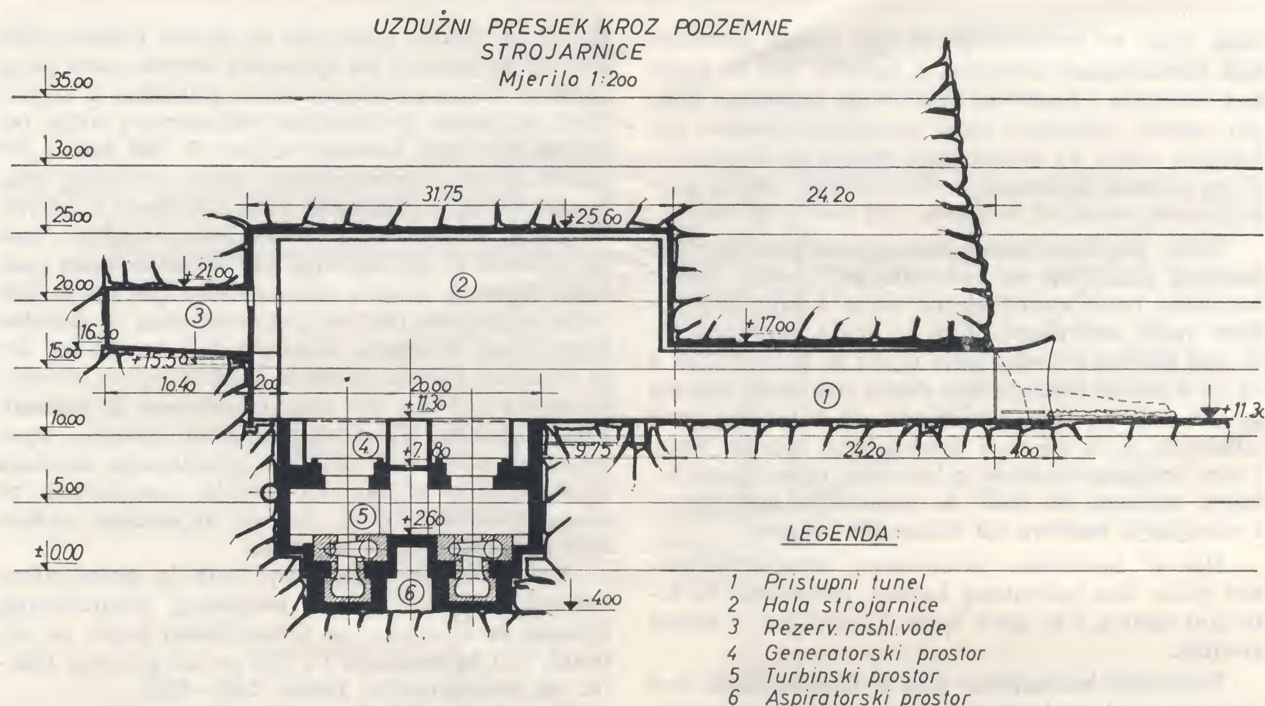
Izvođenje daljnjih faza izgradnje crpilišta u suhome, zavisilo je o postignutom rezultatu dotadašnjeg rada tj. izvođenju nepropusne betonske obloge (kazete).

Ispumpavanje mora iz zahvatnog kanala obavljeno je brzo. Trebalo je prethodno još samo zabrtviti oštećenja na blindažama kod otvora dovodnih kanala u južnom zidu objekta. Kvaliteta betonske obloge podvodnog betona bila je vrlo dobra, a njegova propusnost minimalna. Procurivanja praktički i nije bilo, a ono malo izvora u dnu, brzo se i s lakoćom zabrtvilo. Na ovaj način moglo se odmah nastaviti s daljnjom izgradnjom.

Iz ovog se prikaza vidi da je u potpunosti uspjela realizacija odabranog načina temeljenja ovog objekta pomoću betonske podvodne kazete. Premda se radovima započelo tek u drugoj polovici 1964. godine, bilo je već moguće u predviđenom roku, sredinom 1965, pustiti u pokusni pogon pojedina postrojenja ove rafinerije. Time je dat još jedan prilog već dosad stečenim iskustvima u toj djelatnosti rada, kao i mogućnost tehničke primjene u sličnim uslovima rada.

Podzemna strojarnica HE »Rijeka«

Ovaj objekat nalazi se na području grada Rijeke u neposrednoj blizini Rječine. Vodostaj Rječine je kod srednjeg protoka na koti oko +2,50 mnm, a kod velikog oko +5,50 mnm. Turbine su u strojarnici položene tako nisko, da treba iskopati građevnu jamu do kote —4,0 mnm, dakle do 6,5—9,5 m ispod nivoa obližnje rijeke. Strojarnica je smještena podzemno u vapnenačkom masivu de-



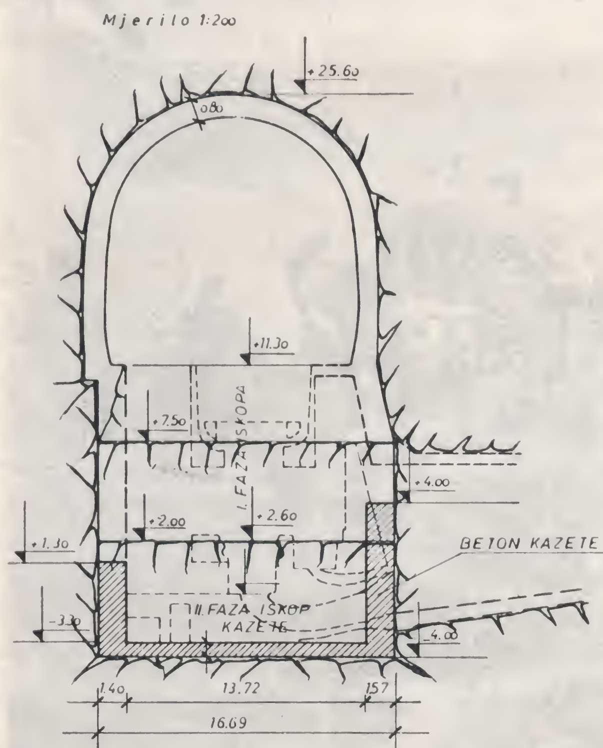
Sl. 8 Uzdužni presjek podzemne strojarnice i prilaznog tunela

sne strane kanjona Rječine, i oko 150 m daleko od rijeke. Dužina stojarnice je 31,8 m, širina 15,5 m, a najveća visina 29,6 m (sl. 8).

Na temelju prethodnih istražnih radova i geoloških studija predviđalo se, da je strojarnica u kompaktnom vapnencu i da kod izvedbe neće biti naročitih teškoća.

Izgradnja strojarnice započeta je izvedbom iskopa kalote i betonskog svoda. Radovi na daljnjoj izgradnji podzemne strojarnice napredovali su vrlo uspješno sve dok se s iskopom za temelje strojeva nije došlo do nižih kota, gdje se naišlo na pojedine kavernozne šupljine. Ovim kavernama su kod viših vodostaja Rječine u kišovitom ljetu 1965. godine prodirale u strojarnicu vrlo velike količine vode, koje su uvjetovale instalaciju vrlo snažnih crpnih uređaja (ukupnog kapaciteta preko 40 m³/min). Usprkos ovim mjerama mogao se iskop s teškoćama obaviti samo do kote +2,60 m, dakle do 6,60 m iznad predviđene kote.

Naknadnim hidrogeološkim studijama spoznalo se da dio dotoka u građevnu jamu strojarnice dolazi iz Rječine. Nakon dugotrajnih i jakih kiša bio je nadalje pritok podzemne vode iz zaobalja tako povećan, da se vodostaj u građevnoj jami strojarnice popeo na kotu iznad +7,0 mnm, te je voda istjecala u Rječinu u velikim količinama iz strojarnice kroz iskopani odvodni tunel. U tako nepovoljnim uvjetima nije bilo moguće dovršiti iskop do projektirane kote —4,0 m uz crpljenje vode. Stoga je odlučeno izvršiti otješnjenje okolnih zona strojarnice pomoću injekcionih zavjesa. Izvođenje ovih injekcija moralo je, međutim, biti uskoro prekinuto, jer je injekciona masa prodrla u bunare Tvornice papira u Rijeci, te je postojala opravdana bojazan da bude ugroženo i obližnje kraško vrelo Zvir iz kojeg se Rijeka opskrbljuje vodom. Zbog ove opasnosti morao je investitor narediti obustavu ovih zaštitnih radova.



Sl. 9 Zaštitna armiranobetonska kazeta — poprečni presjek strojarnice

Na temelju vrlo povoljnih rezultata postignutih pri temeljenju crpilišta morske vode u sklopu nove rafinerije nafte u Urinju, u sličnim hidrogeološkim uslovima, predložila je »Hidroelektra« izvođenje pod vodom preostalog relativno malog iskopa i zaštitne armiranobetonske kazete u području ugroženom jakom podzemnom vodom (sl. 9). Izvođenje iskopa i kazete predviđa se istim postupcima kao kod navedenog crpilišta u Urinju. Uslovi izvođenja su u ovom slučaju svakako znatno teži zbog podzemnog smještaja objekta i time uzrokovane manje slobode u kretanju i manipulaciji mehanizacijom. Izvođenjem radova započelo se krajem 1965. godine; postoji opravdana nada, da će se objekat izvesti uspješno ne samo u tehničkom pogledu nego i u predviđenom roku.

ORGANIZACIJA SLUŽBE ISKORIŠTENJA I ODRŽAVANJA STROJEVA

1) Razvoj i značenje građevinske mehanizacije

Suvremeno građevinarstvo ne može se zamisliti bez upotrebe mehanizacije, jer ona uvjetuje brže, bolje, kvalitetnije i jeftinije građenje. To se naročito odnosi na niskogradnju, gdje se skoro sve ručne operacije rada mogu zamijeniti radom stroja.

Neposredno poslije oslobođenja, kada se pristupilo izgradnji prvih hidroenergetskih objekata, poduzeće Hidroelektra raspolagalo je s minimalnim brojem stare, dotrajale i trofejne mehanizacije. Ručna radna snaga bila je osnovna snaga građenja. Uočeno je, međutim, da se takve vrste radova moraju izvoditi pomoću mehaničkih sredstava, zato jer su po obimu znatni, a i kvalitet radova trebalo je podići na viši stepen, što se nije moglo postići ručnim radom. Osim toga, podizanjem standarda života naših radnih ljudi, njihovi su osobni dohoci postepeno rasli realno i nominalno, što je već nakon nekoliko godina izjednačilo cijene koštanja pojedinih građevinskih usluga, bez obzira da li su radovi izvedeni samo mehanički, djelomično mehanički, ili samo ručno s najprimitivnijim alatom.

Tako je npr. prije 15 godina nabavna cijena jednog buldozera od oko 100 KS odgovarala vrijednosti od preko 400000 radnih sati nekvalificiranog radnika (neto), dok danas odgovara vrijednosti od oko 150000 radnih sati istog radnika. Građevinska mehanizacija dobiva, dakle, danomice sve veću ulogu u poduzeću, i iz čisto ekonomskih razloga nema dvojbe da će se ovaj razvoj kretati u budućnosti u istom smislu, u sve intenzivnijem obliku.

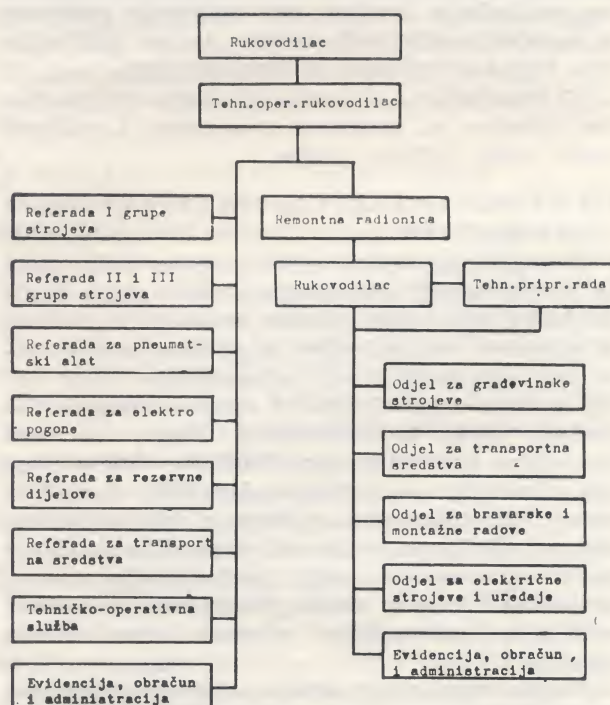
Poduzeće Hidroelektra je višekratno povećalo u posljednjih deset godina učešće mehaniziranog rada, i raspolaže takvim brojem građevnih strojeva, koji ne predstavljaju samo vrlo veliku novčanu vrijednost nego i ogroman potencijal i snagu, o čemu zavisi u bitnoj mjeri i uspjeh cijelog poduzeća.

U razdoblju od 1961. do 1965. godine nabavna vrijednost mehanizacije (oruđa za rad) povećana je za 109%. Uslijed povećanog opsega radova u istom je razdoblju porasao broj zaposlenih za svega 60%, dok je ukupni prihod poduzeća porasao za 220%. Pretežni dio nove mehanizacije odnosi se na teške strojeve za iskop i transport, suvremenijeg tipa. Tako je npr. kroz to razdoblje kapacitet kamiona smanjen za 21%, ali je kapacitet autokipera i dampera istovremeno povećan za 114%. Slično je tako i ukupni kapacitet bagera povećan za 15%, a utovarivača za 390%, što je iziskivalo uravnoteženje iskopnih, utovarnih i prijevoznih kapaciteta.

U uslovima ovako brzog povećanja opremljenosti mehanizacijom, trebalo je posvetiti naročitu pažnju i organizaciji i uspješnom radu strojne službe.

2. Organizacija strojne službe

Zadaci strojne službe su unutar njenog djelokruga rada i djelovanja vrlo složeni i kompleksni i zahtijevaju odgovarajuću organizaciju, kako u samoj upravi i sjedištu poduzeća, tako i na pojedinim organizacionim jedinicama na terenu (građevne uprave, izdvojena gradilišta).



Sl. 1 Organizaciona shema strojnog odjela

2. 1. Strojni odjel u upravi poduzeća

Strojni odjel je u sastavu tehničke službe poduzeća i pod neposrednim nadzorom tehničkog direktora. Današnja organizaciona shema strojnog odjela u pravi poduzeća prikazana je na sl. 1.

Građevni strojevi klasificirani su po grupama, i to:

Grupa I: teški samohodni strojevi za masovne zemljane radove, kao npr. buldozeri, bageri, skreperi, utovarivači.

Grupa II: strojevi srednje veličine, kao npr. kompresori, drobilice, mlinovi, sita, miješalice za beton, pumpe za beton, transporteri, lokomotive, elektroagregati, i dr.

Grupa III: laki strojevi i alat, kao npr.: vibratori, pneumatski bušači alat, mehaničke lopate, nabijači, građevne dizalice, sisaljke, i dr., te razni invetar, kao kolosijek, silosi za cement, konstrukcije betonara, i dr.

Posebnu grupu čine motorna vozila, uključivši teške dampere i samohodne dizalice.

Za svaku grupu strojeva postoji posebna referada, čiji je rukovodilac pomoćnik rukovodioca odjela. Referade vode samostalno cijelu problematiku svoje grupe strojeva, a naročito se staraju o pravilnom rukovanju i održavanju mehanizacije, o dispoziciji mehanizacije po organizacionim jedinicama, vode brigu o strojevima izvan eksploatacije, obrađuju i realiziraju tehničku dokumentaciju i evidenciju o radu strojeva, sastavljaju plan remonta strojeva i nadziru njegovo izvršenje kvalitativno i kvantitativno, preuzimaju nove strojeve i rezervne dijelove, osiguravaju neophodne rezerve strojeva za slučaj nepredviđenog kvara, ugovaraju najam strojeva trećim licima, unajmljuju strojeve koji nedostaju poduzeću za izvođenje određenih radova, te sve ostalo što je u vezi s određenom grupom strojeva.

U Pravilniku o organizaciji i radu strojne službe detaljno su propisana sva prava i dužnosti svake radne jedinice službe.

2. 2. Strojna služba u organizacionim jedinicama

U pojedinim većim organizacionim jedinicama na terenu postoji odgovarajuća organizacija strojne službe. Kao takve jedinice smatraju se građevne uprave s većim brojem gradilišta, koje su osnovane na određeni rok za ispunjenje nekog većeg zadatka (npr. Građevna uprava Brlog za izgradnju dijela hidroelektrane »Senj«) ili veća samostalna gradilišta (npr. Gradilište obnove Skoplja, Gradilište za izgradnju Jadranske turističke ceste, i dr.). Strojnom službom u ovim organizacionim jedinicama na terenu rukovodi u stručnom pogledu neposredno odjel mehanizacije uprave poduzeća, dok je ta služba disciplinski podređena nadležnom rukovodiocu odnosne organizacione jedinice.

Prema razvijenosti strojne službe u organizacionim jedinicama, broju strojeva, opsegu rada (godišnjem zadatku), osim rukovodioca strojne službe postoji potreban broj referenata i strojnih poslovođa neophodnih za pravilno funkcioniranje rada mehanizacije, evidencije o radu strojeva i sl. Ova služba obavlja prvenstveno preventivne mjere i vodi nadzor o ispravnom rukovanju i održavanju strojeva i servisnih popravaka.

Strojna služba organizacione jedinice u svojem sastavu u pravilu ima servisnu radionicu s neophodnim brojem strojeva alatljika i aparata potrebnih za održavanje građevinskih strojeva. Veći i generalni popravci ne obavljaju se na gradilištima, jer tamošnje servisne radionice nisu uređene za takve radove a ne raspolažu ni potrebnim rezervnim dijelovima. Rezervni dijelovi koncentrirani su u jednom skladištu — u sjedištu poduzeća.

3. Održavanje građevne mehanizacije

Kontrola rada, održavanje i popravak strojeva predstavljaju osnovni zadatak službe mehanizacije, kojem treba posvetiti naročitu pažnju. Taj zadatak se ne može ispuniti bez potrebnog broja visokokvalificiranog kadra, koji vlada visokim stručnim znanjem i praktičnim iskustvom na radu s građevnom mehanizacijom.

U okviru provođenja mjera u održavanju ispravnosti građevne mehanizacije razlikujemo nekoliko faza: preventivne mjere, tekuće održavanje, investiciono održavanje.

3. 1. Preventivne mjere

Strojni odjel je naročito posljednjih godina usredotočio napore u cilju provođenja odgovarajućih preventivnih mjera, te stalno nadzire ispravno rukovanje strojevima i njihovo održavanje. Za preventivne mjere u organizacionim jedinicama odgovara nadležna strojna služba a obavljaju se dnevnim nadzorom rada strojeva. U sklopu ove preventivne službe stručno osoblje redovito obilazi i nadzire rad strojeva, koji se nalaze na udaljenijim gradnjama. To se naročito odnosi na teške pokretne strojeve, kao bagere, buldozere, utovarivače, skrepere i sl. Dok su novi strojevi pod garantnim rokom, ovakvi se pregledi obavljaju uz prisustvo predstavnika tvornice - proizvođača, kao redoviti servisni pregledi. Na ovaj se način sprječavaju veći kvarovi i prijevremeno istrošenje strojeva.



Sl. 2 Glavna remontna radionica u Zagrebu

Izvjesna teškoća u obavljanju preventivnih mjera su nedovoljno opširna i neprecizna uputstva za rad strojevima, kako domaće proizvodnje, tako i onih iz uvoza.

3. 2. Tekuće održavanje

Tekućim održavanjem smatraju se manji popravci stroja, kod kojih se ne rastavlja stroj. Ovo održavanje se obavlja prema potrebi, bilo na osnovu provjeravanja i ispitivanja rada stroja, bilo uslijed nastanka izvjesnog manjeg kvara koji zahtijeva hitnu intervenciju da bi stroj bio sposoban za daljnji nesmetan rad.

U Hidroelektri je uveden obavezni stalni periodični pregled svih većih strojeva, vozila i opreme u pogonu. Ovo s razloga, da se na vrijeme uoče nedostaci i spriječe eventualni kasniji veći kvarovi i oštećenja. Ovakvi pregledi i s time u vezi mjere tekućeg održavanja obavljaju se na određeni dan u tjednu, koji je usklađen s izvođenjem radova.

Tekuće održavanje kao obavezno sadrži pranje stroja, podmazivanje, kontrolu i eventualno promjenu maziva, izmjenu pročistača goriva i maziva, pregled električkih uređaja i upravljačkog mehanizma, te uređaja za kočenje, pritezanje sklopova, reguliranje rada motora i sl. Ovi radovi izvode se najčešće na licu mjesta, gdje je stroj na radu, a za vozila i lako pokretne strojeve — u servisnoj radionici.

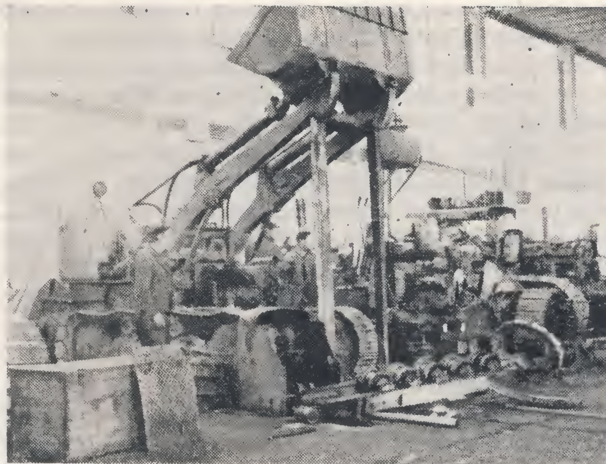
U tekuće održavanje spada i uklanjanje takvih kvarova, gdje je npr. potrebno izmijeniti pojedine dijelove ili sklopove strojeva. Radi se, dakle, o popravcima, koji se u slučaju raspoloživih rezervnih dijelova koje treba ugraditi, odnosno izmijeniti, mogu izvesti u relativno kratkom vremenu. Ovi se popravci ne izvode po nekom unaprijed predviđenom planu, već onda kad se za to ukaže potreba. Njihova provedba moguća je u gradilišnim servisnim radionicama. Ako se radi o stroju koji je odviše težak i kojeg bi prijevoz do bilo koje mehaničke radionice iziskivao velike troškove i dulje vrijeme, mogu se ovakvi popravci obaviti i na radnom mjestu stroja.

3. 3. Investiciono održavanje

Investiciono održavanje provodi se pretežnim dijelom prema unaprijed utvrđenom planu, u većim vremenskim razmacima, i to nakon što je kod stroja, uslijed duljeg rada, došlo do pojave takvih istrošenja koja se ne mogu ukloniti jednostavnom zamjenom pojedinih dijelova bez temeljitog provjeravanja i popravaka svih glavnih mehanizama i elemenata.

Kod ovakvih popravaka se potpuno rastavljaju svi mehanizmi stroja u svrhu njihovog provjeravanja, te obnavljanja istrošenih dijelova. Nakon ponovnog sastavljanja i obavljenog popravka, kontrolira se radna sposobnost stroja.

Za generalne popravke strojeva potrebna je dobro opremljena mehanička radionica s prvorazrednim stručnim kadrovima i potrebnim rezervnim dijelovima. Teški pokretni strojevi za masovne radove dolaze u pravilu na generalni popravak prosječno svakih 4000—5000 sati rada, tj. približno svake 2—3 godine. Trajanje ovakvih popravaka jednog stroja iznosi obično 45—90 dana, već prema istrošenosti i potrebi zamjene pojedinih dijelova.



Sl. 3 Grupa teških strojeva u generalnom remontu

Raznolikost mehanizacije u građevnim poduzećima je tolika, da je nemoguće imati na zalihama sve rezervne dijelove za sve tipove strojeva. Ovo usprkos okolnosti da se nastoji što detaljnije planirati ovakve popravke. Katkada se, naime, opseg potrebnog popravka i s tim u vezi potreba rezevnih dijelova može utvrditi tek nakon što je stroj rastavljen, dakle tek pri samom početku izvođenja popravka. Katkada se u takvim slučajevima zbog hitne potrebe stroja, pojedini rezervni dijelovi moraju izraditi u vlastitoj radionici, što redovito predstavlja jedno skupo i nedovoljno kvalitetno rješenje.

3. 4 Organizacija održavanja

Mnogogodišnja praksa je pokazala da se za sve vrste popravaka strojeva treba osloniti na vlastite snage, jer se samo na taj način može vrijeme popravaka smanjiti na najmanju moguću mjeru, tako da su strojevi minimalno vrijeme izvan pogona. U organizacionim jedinicama, gdje je koncentriran veći broj strojeva kroz dulje vrijeme, potrebno je organizirati servisne radionice koje obavljaju tekuće održavanje, a prema neodložnoj potrebi i manje popravke investicionog održavanja.

Bilo je ranije nastojanja da se generalni popravci ustupe specijaliziranim uslužnim mehaničkim radionicama. Smatralo se, da će one, kao dobro opremljene alatnim strojevima i stručnim kadrovima, biti u mogućnosti izvoditi ovakve popravke brzo, kvalitetno i jeftino. Praksa je, međutim, pokazala da su za ovakve radove potrebne, ne mehaničke radionice općeg karaktera nego takve koje su se specijalizirale za popravak isključivo građevnih strojeva. Ovo ne samo zbog pozna-

vanja strojeva i načina njihovog popravka nego i raspolaganja potrebnim rezervnim dijelovima.

U našoj praksi moguće je zasad jedino rješenje, da se o nabavci rezervnih dijelova brine vlasnik strojeva, tj. građevno poduzeće.

Teškoće kod popravaka i domaćih strojeva su velike, jer domaći proizvođači ne polažu dovoljno pažnje na opremljenost tržišta rezervnim dijelovima. Još teže je s rezervnim dijelovima iz uvoza, jer građevna poduzeća ne raspolažu redovito slobodnim deviznim sredstvima za njihovu nabavku, te stoga moraju čekati dulje vremena dok se odobre potrebna sredstva.

Iz iznesenih razloga organizirana je u Hidroelektri remontna radionica u Zagrebu, s glavnim skladištem rezervnih dijelova. Ova je radionica opremljena sa svim potrebnim alatnim strojevima i alatom, te raspolaže s iskusnim kadrovima za ovakve specifične potrebe.

Vrijednost obavljenih radova ove radionice dosegla je u 1965. godini iznos od 350 milijuna starih dinara. Od ovog iznosa otpada 250 milijuna na troškove investicionog održavanja strojeva.

3. 5. Planiranje popravaka strojeva

Veći i generalni popravci strojeva nastoje se prvenstveno provesti u vrijeme izvan glavne građevne sezone, kad su strojevi izvan pogona, te njihovo stajanje nema naročitog utjecaja na realizaciju poduzeća. Međutim, pojam »glavna građevna sezona« sve više nestaje kod vrlo mehaniziranih radova niskogradnje, naročito kod izvođenja velikih zemljoradnja teškom mehanizacijom, kao i podzemnih radova; ovo s razloga što se takvi radovi mogu izvoditi redovito i preko zime i po svakom vremenu. U takvim uslovima stvarno je svejedno u kojem će se mjesecu obaviti generalni popravak.

Kapaciteti glavne remontne radionice poduzeća su ograničeni, pa je potrebno pažljivo i studiozno planiranje popravaka. Kod toga treba uzeti u obzir konkretne mogućnosti radionice, kao i potrebe operative poduzeća s obzirom na veličinu i rokove zaključenih radova. Planiranje ovih radova je naročito otežano okolnošću, da je konačan opseg i vrst potrebnih popravaka često poznat tek onda, kad se započne popravak, tj. stroj rastavi i utvrdi njegovo stanje.

Kod sastavljanja plana generalnog remonta naročitu pažnju treba posvetiti analizi evidencije rada strojeva u proteklom razdoblju.

4. Iskorištenje mehanizacije

Jedan od preduvjeta za postizavanje potrebne rentabilnosti mehaniziranog rada predstavlja efikasno iskorištenje mehanizacije odnosno postizavanje što većeg broja radnih dana godišnje i odgovarajućeg dobrog stepena iskorištenja. Da bi se postigli u tom pogledu što bolji rezultati, provedene su u Hidroelektri određene mjere, kao planiranje, obračun najamnine i evidencija rada strojeva.

4. 1. Planiranje

Na temelju godišnjih planova ugovorenih radova sastavljaju pojedine organizacione jedinice svoje operativne planove potreba u građevinskim strojevima. Svi ovi planovi skupljaju se u strojnom odjelu uprave i usklađuju u odjelu pripreme rada poduzeća. Ovakav zbirni godišnji plan razrađuje se na kvartalne i mjesečne planove potreba mehanizacije.

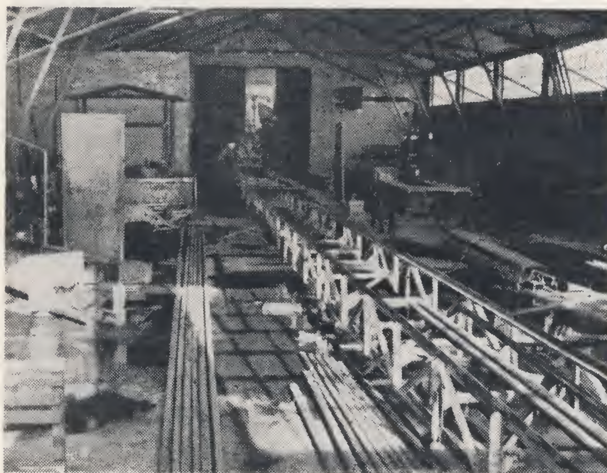
Strojni odjel nastoji osigurati mehanizaciju svim gradilištima prema ovim konačnim razrađenim planovima, te u tom smislu usklađuje potrebe svih organizacionih jedinica i popravaka strojeva, te usklađuje potrebe i raspoloživa sredstva rada. Za neugovorene radove, za koje se tokom godine sastavljaju ponude i kalkulacije, planiraju se potrebe mehanizacije u odjelu pripreme rada. Nakon eventualnih ugovaranja ,sastavljaju se operativni planovi, koj ise uklapaju u bilansu potrebnih i raspoloživih sredstava.

Ako godišnji zadaci poduzeća iziskuju veću mehanizaciju po broju i vrsti strojeva, strojni odjel će najmom strojeva, i usklađenjem popravaka, osigurati potrebe. Ukoliko godišnjim planom nije uposlena sva raspoloživa mehanizacija poduzeća, strojni odjel će najmom strojeva trećim licima nastojati osigurati zapošljavanje strojeva izvan poduzeća.

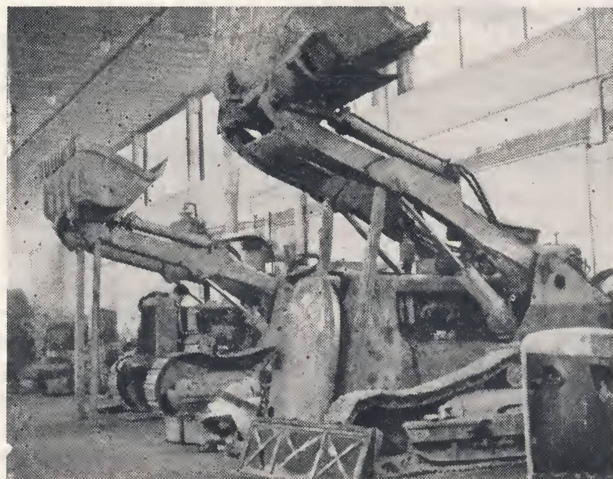
Ako je struktura dugoročnih radova takva, da se iz raspoložive mehanizacije ne mogu osigurati potrebni strojevi, pristupa se nabavci novih strojeva, vodeći pri tom računa o vrsti radova i kvalitetu strojeva, koji se mogu nabaviti, i dosadašnjem iskustvu s takvim strojevima.

4. 2. Obračun najamnine

Uvođenjem nagrađivanja po kompleksnom učinku i podjelom poduzeća na ekonomske jedinice, uveden je obračun mehanizacije u obliku najamnine. Ovo se pokazalo kao jedan neobično djelotvorni instrumenat, kojim se postiglo znatno povećanje stepena korištenja mehanizacije. Za me-



Sl. 4 Bravarska radionica — remont transportnih traka



Sl. 5 Godišnji remont utovarivača

hanizaciju koja se stavlja na raspolaganje pojedinim ekonomskim jedinicama naplaćuje se najamnina prema usvojenom pravilniku o korištenju sredstva za rad, i cjeniku. Za strojeve grupe I i II utvrđene su najamnine po radnom satu (uz uslov barem 8 sati dnevno), a za grupu III — mjesečne najamnine. Ekonomska jedinica tereti se tako dugo s najamninom, dok se stroj nalazi kod nje, i to bez obzira da li radi ili ne, odnosno dok stroj ne bude otkazan strojnom odjelu uprave i stavljen na raspolaganje.

Tek uvođenjem takvog načina obračuna i praćenja troškova koji se odnose na mehanizaciju, pokazali su kolektivi pojedinih organizacionih jedinica potreban interes za što pravilnije korištenje strojeva, i izbjegavaju neopravdano zadržavanje nepotrebnih strojeva na gradilištima.

4. 3. Evidencija o radu strojeva

Vođenje svrsishodne i neophodne evidencije je jedan od bitnih preduslova dobre organizacije. Tokom godina prilagođena je uobičajena evidencija rada strojeva i vozila specifičnim potrebama poduzeća tj. vrstama strojeva, kojima se raspolaže i radovima koji se izvode. Međutim, nije toliko bitan oblik obrazaca na kojima se vodi evidencija, koliko njihovo što tačnije vođenje. U tom smislu nastojalo se postići određene rezultate tako da su neposredni rukovodioci (poslovođe i rukovodilac gradilišta) bili zaduženi da ažurno tj. svakodnevno kontroliraju osnovnu evidenciju o radu strojeva.

Prilikom nabavke svakog stroja — vozila, otvara se za svaki stroj — vozilo, dosije i karton. U ovaj karton unose se osnovni tehnički podaci stroja, podaci o njegovom kretanju i radu, troškovima popravaka, te utrošcima goriva i maziva. Za gume se vode kartice s evidencijom o pređenim kilometrima ili radnim satima za svaku pojedinu gumu posebno.

Za svaki stroj — vozilo, vodi se dnevnik rada, i to za svaki dan posebno. Na temelju ovog dnevnika sastavlja se mjesečni izvještaj o radu stroja s podacima o radnim satima i zastojima (kvarovima), utrošku pogonskih materijala i količinama radova. Zbirni podaci unose se u godišnji pregled rada stroja — vozila, a iz ovoga u odnosni karton. Analiza podataka iz kartona koristi se i kod razrade plana remonta, jer se u kartonu za svaki pojedini stroj može utvrditi njegova upotrebivost, odnosno dotrajalost, jer su tamo navedeni svi sati rada od posljednjeg generalnog popravka, trajanje redovnih popravaka kroz proteklo razdoblje, kao i mogućnost efikasnog korištenja stroja u sadašnjem stanju.

5. Pitanje kadrova

Jedan od ključnih preduvjeta uspješnog rada cjelokupne strojne službe u poduzeću jesu njeni kadrovi. Suvremena mehanizacija u građevinarstvu uvjetuje poseban profil stručnih kadrova za rukovođenje, pogon i održavanje, koje svako naše mehanizirano poduzeće mora više ili manje samo izobraziti. Pogon građevnih strojeva je tokom cijele godine pretežno na otvorenom, i kod svakog vremena, te većinom na udaljenim gradilištima i uz često mijenjane boravišta. Popravak strojeva obavlja se često u radionicama koje nisu tako ugodne za rad kao industrijski pogoni metalne struke. Česta je potreba popravaka stroja na terenu, na otvorenom, i pod teškim uslovima rada. Potrebni kvalitetni stručni i visokostručni kadrovi ne odlučuju se lako za rad u građevinarstvu, jer im ostala industrija pruža uslove za ugodniji život. Stoga je danas prosjek kvalitete strojarskih kadrova u građevinarstvu ispod one potrebne.

Treba znati da npr. mnogi teški strojevi za zemljoradnje predstavljaju pojedinačno vrijednost i od preko 100 milijuna starih dinara, pa se rukovanje i održavanje ne može povjeriti nedovoljno stručnom kadru. Pitanje ovih kadrova ne može se zasad smatrati riješenim na potpuno zadovoljavajući način. Stoga treba rješavanju ovog pitanja u budućnosti posvetiti najveću pažnju.

—

U ovom prikazu obuhvaćeni su samo neki od osnovnih problema iz djelokruga i rada strojne službe u poduzeću. Organizacija strojne službe u poduzeću rasla je usporedo s povećanjem broja građevne mehanizacije, s ciljem njezinog što efikasnijeg održavanja i korištenja. Smatra se da su na tom području postignuti tek početni uspjesi i da predstoji još mnogo rada, da se ta služba digne na jedan viši nivo.

Uvođenje suvremenijeg načina rada i savršenije organizacije u bilo kojoj službi, sukobljava se sa starim shvaćanjima. Suvremeniji način rada traži veću angažiranost i veću odgovornost kadrova. Stoga je za uvođenje takvih novina potreban prijelazni period, dok se u praksi u potpunosti realiziraju postavljeni zahtjevi.

Kako se radi općenito o vrlo složenom i komplesnom pitanju građevinarstva, bilo bi poželjno da i ostala građevna poduzeća iznesu u »Građevinaru« svoja opažanja, praksu i probleme iz ove oblasti.

NAGRAĐIVANJE PO KOMPLEKSNOM UČINKU

Uvod

Sistem materijalne stimulacije neposrednih proizvođača u svim privrednim granama u nas je u neprekidnom razvoju, pa tako i u građevinarstvu. Već u vrijeme nagrađivanja prema vremenu provedenom na radu nastojalo se pronaći takva rješenja, kojima bi se dosljednije provelo načelno »svakome prema radu«.

Kao prvi oblik u provođenju ovog načela uvedene su vremenske norme, koje se još i danas uglavnom primjenjuju u našoj građevinskoj praksi u raznim oblicima, koji u suštini predstavljaju isti način obračuna. Normiranje radova iako je općenito dalo povoljne rezultate, često puta nije dovoljno pozitivno djelovalo na financijski rezultat poduzeća. Ovo s razloga, što se takva stimulacija osnivala na količinskom ispunjenju zadatka, bez propisanog roka i normiranih ostalih troškova, kod čega ekonomski efekat ispunjenja nije došao do punog izražaja.

Uporedo sa stimulacijom na bazi primjene normativa za utrošak radne snage javljaju se pokušaji uvođenja sistema premija, koji je djelomično trebao korigirati nedovoljno pozitivan utjecaj obračuna po normi. Ovaj pokušaj nije donio očekivane rezultate, jer organizacija poduzeća nije bila dostigla takav stupanj, da bi se moglo obračunati bez velikih zakašnjenja. Iako su skoro sva poduzeća bila donijela pravilnike o premiranju, malo tko ih je provodio u život. Također višemjesečno kašnjenje u obračunu i isplati premija nije bilo stimulativno.

U daljnjoj fazi uvodi se obračun i nagrađivanje po kompleksnom učinku po ekonomskim jedinicama. Kod ovog načina obračuna i nagrađivanja dolazi do izražaja aktivnost sve većeg broja radnika u rješavanju pravilnije stimulacije. Radnici se ne interesiraju samo za količinsko ispunjenje zadatka, već i za uštede na materijalu i ostalim troškovima koji nastaju u ekonomskim jedinicama, a na koje oni mogu utjecati, kao npr. na troškove režije gradilišta, troškove najma strojeva (amortizacije i dr.). Sniženje ovih troškova može se postići direktnom uštedom u odnosu na planiranu vrijednost ili skraćenjem roka izvođenja. Na taj način se dosadašnji količinski učinak povezuje s troškovima učinjenim za određenu količinu posla. Upravo povezivanje stimulacije s naslova količinskog učinka s financijskim rezultatom na ostalim troškovima, predstavlja kompleksni učinak.

Nagrađivanje po kompleksnom učinku u građevinarstvu smatralo se, a smatra se još i danas u mnogim privrednim organizacijama ove grane, tako složenim i skopčanim s toliko evidencije i posla, da je njegova provedba u praksi gotovo nemoguća. Naročito postoji uvjerenje da se taj obračun ne može provoditi mjesečno. Nastojat ćemo pokazati da je u Hidroelektri bilo moguće ostvariti ovu zamisao, koja donosi također općenite koristi u poslovima kontrole i analize poslovanja poduzeća i izradi kalkulacija.

Uvođenje nagrađivanja po kompleksnom učinku

Poduzeće je bilo među prvima koje je u praksi vrlo uspješno uvelo sistem raspodjele ostvarenih rezultata putem obračuna i nagrađivanja po kompleksnom učinku. Nakon neophodnih priprema, bez kojih se ovaj način obračuna ne bi mogao provesti, bilo je određeno da se od 1. X 1960. u cijelom poduzeću uvede obračun i nagrađivanje po kompleksnom učinku. Razdoblje do konca te godine trebalo je iskoristiti za uočavanje i otklanjanje tehničkih i organizacionih nedostataka, za koje se predviđalo da će se pojaviti.

Pripreme su uglavnom bile ove:

— podjela poduzeća na ekonomske jedinice

— utvrđivanje ili provjeravanje postojećih normativa rada, materijala izrade i rada strojeva

— postavljanje realnih mjesečnih planova rada i proračun planiranih troškova po svim navedenim elementima na bazi količina i utvrđenih normativa

— proračun planirane režije ekonomske jedinice

— određivanje jedinstvenog sistema vođenja evidencije ostvarenih učinaka i praćenja troškova po svim elementima planske cijene, te obračuna kompleksnog učinka i raspodjele ostvarenih rezultata.

Za razdoblje od 1. X do 31. XII 1960. obavljen je obračun i isplata rezultata po kompleksnom učinku u cijelom poduzeću. Obavljena je kontrola postignutih učinaka, kontrola troškova i postavljenih normativa. Nepopularno naknadno ispravljanje normativa nije se u početku dalo izbjeći, jer su rukovodioci ekonomskih jedinica redovno težili da planski normativi budu što veći, a naknadna analiza stvarnih normativa pokazala je neopravdanost njihovih zahtjeva. Nerealni normativi nisu smatrani i priznati kao pozitivan rezultat kojega je postigla ekonomska jedinica. Obratno, eventualni propusti na štetu ekonomske jedinice naknadno su se ispravili u njenu korist.

Analiza ovog načina obračuna i kroz to uočavanje nedostataka dali su smjernice njegovog daljnjeg usavršavanja.

Praktična primjena i provedba obračuna

Iako je podjela poduzeća na ekonomske jedinice bila provedena s najvećom pažnjom, u mnogome je zadržala obilježja dotadašnje podjele na gradilišta, odnosno radilišta. To je u prvoj fazi dalo i pozitivnih rezultata, iako ne u obračunu. Bilo je gradilišta, naročito onih većih, koja su u svom sastavu imala takve pogone kojih se je rezultat mogao odvojeno promatrati, iako je bio vezan u tehnološkom procesu cijelog gradilišta.

To se odnosi npr. na drobilane betonskog agregata, brigade tesara, savijača i dr. Pripadnici spomenutih brigada bili su svjesni činjenice, da njihov rezultat ne zavisi isključivo o njihovom rezultatu, već i o rezultatu cijelog gradilišta, ali redovno nisu bili voljni da svoje eventualno dobre rezultate dijele s ostalim brigadama, koje su eventualno slabije radile.

Neophodna daljnja podjela na veći broj ekonomskih jedinica dala je višestruke rezultate: mogućnost odvojenog praćenja rezultata za veći broj radnika i njihovo aktivno učešće u raspodjeli, sprovođenje bolje organizacije gradilišta uz učestvovanje većeg broja radnika, lakši i efikasniji način analize rezultata poslovanja po pojedinim vrstama radova, jer su svi podaci o utrošcima bili tako evidentirani. Kako su pokazali i prvi obračuni, najveća teškoća bila je utvrđivanje realnih normativa rada, materijala i rada strojeva. To je i potpuno razumljivo, kada se zna da o normativima može zavisiti dobar rezultat bez obzira na postignutu produktivnost ili uštede.

Ovom zahtjevu trebalo je prilagoditi i organizaciju odgovarajućih službi u poduzeću i tako raspodjeliti zadatake da se svedu na minimum slučajne ili namjerne razlike u normativima. U prvom momentu smatralo se najispravnijim da rukovodioci ekonomskih jedinica sami izrađuju planske analize i proračun planiranih troškova. Kontrolu ovih planskih analiza u prvoj fazi imala bi sama organizaciona jedinica — građevna uprava, a u drugoj fazi — odjel pripreme rada uprave poduzeća. Ovakav način izrade planskih analiza u mnogo slučajeva nije dao dobre rezultate. Rukovodioci ekonomskih jedinica sastavljali su planske analize koristeći normative utrošaka koji su sadržavali obimne rezerve. Rukovodstvo građevne uprave je ili smatralo da u analizama trebaju postojati takve rezerve, ili ih je često i zbog nedostatka slobodnog vremena samo formalno pregledalo i odobrilo. U ovoj situaciji, odjel pripreme rada u upravi poduzeća našao se u nezgodnom položaju i često u nemogućnosti da naknadno ispravlja već od građevne uprave odobrene planske analize. Treba napomenuti da danas u poduzeću postoji i taj sistem izrade i kontrole planskih analiza, ali je kao princip rada usvojen samo djelomično. Kada nastupaju takvi slučajevi, bit će rečeno kasnije.

Prilikom obrade određenog posla i ugovaranja s investitorom, u odjelu pripreme rada izrađuje se detaljna shema organizacije gradilišta, tehnološki procesi pojedinih faza radova i vrste strojeva koji će biti upotrijebljeni na određenim poslovima. Ovaj posao radi se paralelno s izradom plana izvođenja radova, jer ugovoreni rokovi diktiraju postizanje određenih kapaciteta i prema tome upotrebu određenih sredstava. Također se izrađuje plan radne snage po kvalifikacijama, plan materijala i plan mehanizacije. Na temelju ove cjelokupne dokumentacije moguće je izraditi realne planske analize, koje sadrže odvojeno radnu snagu, materijal izrade i rad strojeva, te ukupni proračun ovih elemenata. Na osnovu ukupno proračunatih elemenata moguće je, a što je i vrlo važno, unaprijed usporediti ukupne planirane troškove sa realizacijom prema ugovorenim cijenama.

ANALIZA CIJENE

Za poziciju rada: Betoniranje blokova brane MB 220
Gradilište: Brana
Ekon. jedinica: Betonirci Objekat: Brana Broj analize: 6

Poz. norme	OPIS RADA	Jed mjere	Količina NS	Jed	Ukupno za jedinicu mjere: Plaće izrade	Materijal izrade	Najam strojeva
	Betonska masa					12 249.-	
	Pogon strojeva (betonara, dizalica i pervibratori)					623.-	
	Rad (miješanje betona, prevoz i ugradba)		3,04		1.138 -		
	Najam strojeva (betonara sa dizalicom, dizalica pervibratori)						1.023.-
					1.138 -	12.872.-	1.023 -
	Troškovi izrade ukupno						15.033 -
	Režija 11,2%						1.684 -
					Planska cijena		16.717.-

Sl. 1

Obrazac analize je standardni, proširen s još jednom kolonom za proračun najma strojeva (sl. 1).

Nakon što je ovaj posao obavljen u odjelu pripreme rada poduzeća, predaje se gradilištu kompletno sa svim prilozima. Gradilište provodi organizaciju radova u principu prema postavljenoj shemi gradilišta. Naravno, moguća su odstupanja u cilju eventualnog poboljšanja organizacije, ili neophodne izmjene uvjetovane objektivnim razlozima koji se prije nisu mogli sagledati, ili koji su se pojavili naknadno. Sve izmjene provode se u dogovoru i uz suglasnost s tehničkim odjelom uprave poduzeća ili građevne uprave, ako se radilo o manje važnim izmjenama.

Na osnovu ove dokumentacije gradilište sastavlja, u okviru godišnjeg plana rada, mjesečne planove, a na temelju utvrđenih analiza cijena planira ukupne troškove rada, materijala i rada strojeva za ovo razdoblje. Za pozicije radova koje nisu bile predviđene planskim troškovima i koje se pojavljuju naknadno, gradilište izrađuje, u okviru postojeće dokumentacije, planske analize samostalno. Ove analize odobrava tehnički rukovodilac građevne uprave.

Obrazac mjesečnog operativnog plana prilagođen je tako da, pored plana izvođenja radova po količinama tokom mjeseca, sadrži i podatke o planiranim troškovima pojedinačno i ukupno (planski troškovnik), te plan radne snage po kvalifikacijama (sl. 2).

Da bi se moglo poslovati na ovaj način, odjel pripreme rada direkcije poduzeća mora imati u svom sastavu potreban broj stručnih kadrova u odsjeku za studije i organizaciju gradnja, te u odsjeku za plan i kalkulacije. Ovi kadrovi moraju

GP „HIDROELEKTRA"
ZAGREB

OPERATIVNI PLAN za mjesec VIII/65

Građ. uprava ______
Gradilište ______

Redni broj	Pozicija troškovnika	Objekt vrsta rada	Jed. mjera / Jedinična cijena	Količina / Din (u 000)	NORMA SATI Po jedin. mjere	NORMA SATI Ukupno	Planirano / Izvršeno	1.	2.	31.	PLANSKI TROŠKOVNIK Jedinični troškovi Rad	Jedinični troškovi Materijal	Jedinični troškovi Najam s.	Ukupni troškovi Rad	Ukupni troškovi Materijal	Ukupni troškovi Najam s.	PLAN RADNE SNAGE Strojari	Šoferi	Električari	Armirači	Zidari	Tesari	Mineri	Radnici			PRIMJEDBA
1	2	3	4	5	6	7	8				12	13	14	15	16	17	18										19
1	13	Betoniranje blokova	m^3	3.000	3 94	11 820		150	150	60	1.138	12.872	1.023	3,414 000	38,616 000	3,069.000	12	6	3								

Sl. 2

biti inženjeri ili tehničari s dugogodišnjom praksom i velikim iskustvom u građevinskoj operativi. U protivnom, mora se kombinirati izrada dokumentacije u upravi poduzeća, u građevnoj upravi i na gradilištu, a takav način rada — kako je već poznato — ne daje garanciju za potreban kvalitet. Samo kvalitetna izrada ovog dijela posla omogućava i garantira uspjeh provedbe kompleksnog obračuna.

I u poduzeću »Hidroelektra« je to bio jedan od ključnih problema, sve do popunjavanja odjela pripreme rada odgovarajućim kadrom.

Prije izlaganja daljnjih faza kompleksnog obračuna, objasnit ćemo pitanje uključivanja troškova režije u kompleksni obračun.

U početku se smatralo da troškove režije gradilišta treba mjesečno planirati i ove planirane troškove uključiti u cijene. U tom slučaju, na ostvarenje ušteda na režiji djeluju dva momenta: veličina stvarno ostvarenih troškova, i ispunjenje plana. Kako je praćenje stvarnih troškova režije gradilišta zahtijevalo nešto duži rok za prikupljanje konačnih podataka (definitivno dovršavanje isplatnih lista, računi usluga radionica i trećih lica itd.), nije bilo moguće stvarno ostvarene troškove režije obuhvatiti u mjesečni kompleksni obračun, koji je morao biti završen 5-og u mjesecu za protekli mjesec. Kod pravilno odnosno realno planiranih troškova režije, uštede koje bi se mogle ostvariti su dosta male i nemaju naročito stimulativno djelovanje. Mnogo značajniji stimulativni faktor ima režija ako se uključi u planske cijene procentualno prema naprijed obavljenom proračunu. Na taj način se režija ostvaruje isključivo prema ispunjenju plana, a sam obračun se bitno pojednostavnjuje.

Zbog navedenih razloga odlučeno je, da se režija gradilišta obuhvati u planske cijene određenim postotkom, a praćenje stvarnih troškova obavi naknadno u cilju provedbe korektura planskih postavki i kontrole ovih troškova.

Gradilišta — ekonomske jedinice, raspolažu sa svim planiranim veličinama, i to: planiranim količinama radova za izvođenje koje su njihov zadatak, te planiranim troškovima rada, materijala, rada strojeva i režije, koji su im troškovi u realnim vrijednostima odobreni za ispunjenje planiranih zadataka.

Gradilište na osnovu svog mjesečnog operativnog plana i u okviru planiranih troškova izdaje pojedinim ekonomskim jedinicama »radne naloge«. Radni nalog u jednom dijelu sadrži podatke opisa planskih zadataka, dok u drugom dijelu sadrži podatke o normiranim troškovima za njihovo ispunjenje (tzv. planske cijene) (sl. 3).

RADNI NALOG

Br. 4 mjesec Kolovoz
Datum 1 VIII. 1965.

„HIDROELEKTRA" — ZAGREB

Organizaciona jedinica	
Gradilište	Brana
Objekt	
Ekonomska jedinica	Betonirci

Stavka troškovnika	Planskog	Prodajnoga
	1	13

Pozicija	Detaljan opis radnog procesa	Jed. mjere	Planski zadatak
1	Betoniranje blokova MB 220 sa 280 kg/m² cementa	m^3	3.000 –

A. Normirani troškovi za jedinicu mjere

Elementi planske cijene	POZICIJA RADA PREMA OPISU 1	2	3	4	5	6	7
Osobni dohoci izrade	1.138 –						
Materijal izrade	12.872 –						
Najam strojeva	1 023 –						
Režija ekonomske jedinice 11,2%	1.684 –						
PLANSKA CIJENA	16.717 –						
NORMA SATI	3 94						

Sl. 3

B. Obračun izvršenih radova

Pozicija	KOLIČINA	ZA JEDINICU MJERE Norma sati	Planska cijena	Osobni dohoci	OSTVARENO Norma sati	Ukupna vrijednost	Osobni dohoci
1.	3.620 m^3	3.94	16.717.–	1.138 –	14.263	60.515.540 –	4.119.560 –
Primjedba:					14 263	60.515.540 –	4.119.560 –

Sl. 4

Na poleđini radnog naloga nalazi se »Obračun izvršenih radova« (sl. 4).

Evidencija stvarnih troškova

Ovako planiranim troškovima treba na kraju obračunskog perioda suprotstaviti odgovarajuće vrijednosti ostvarenih troškova. Na temelju toga izračunava se rezultat poslovanja, odnosno tzv. kompleksni učinak. Prije nego se prikaže tehnika samog obračuna, opisat ćemo način evidencije

troškova, koja se u tu svrhu vodi na gradilištu. Evidencija radne snage vodi se na standardni način na obrascu »Obračun zarade brigade«, i na kraju mjeseca izračunava se ukupni iznos na bazi stvarno utrošenih sati i startnih osnova osobnih dohodaka pojedinih radnika. Ovaj obrazac uglavnom je isti kod svih građevnih poduzeća.

Korisnu novinu u obračunu kompleksnog učinka predstavlja evidencija utrošaka materijala, prema jednostavnom obrascu (sl. 5). Međutim, kod urednog skladišnog poslovanja i poštivanja svih odredbi i uputstava, ovaj posao ne predstavlja nikakvu teškoću i ne opterećuje osoblje ekonomske jedinice. Rukovodilac ekonomske jedinice izdaje zatražnicu za materijal, a skladištar mu za izdani materijal odmah kod izdavanja predaje jedan primjerak izdatnice. Da ne bi došlo do kasnijih nepotrebnih objašnjavanja, rukovodilac ekonomske jedinice potpisom potvrđuje primitak. Količine primljenog materijala rukovodilac ekonomske jedinice ažurno upisuje u navedeni obrazac.

Krajem obračunskog perioda zbroje se količine materijala po vrstama i pomnožene s planskim cijenama daju ukupnu vrijednost utroška materijala (sl. 6).

Kod ovoga treba uzeti u obzir okolnost da materijal izuzet iz skladišta često ne predstavlja i stvarno utrošeni materijal. Naime, gotovo redovno ima neutrošenog materijala (u skladištu na samom radilištu) i materijala u eksploataciji (građa). Ovaj materijal se redovno krajem obračunskog perioda popisuje ili procjenjuje (stalne komisije). Ovdje nije potrebna najveća tačnost, jer se manje razlike prenose u slijedeći obračunski period i s vremenom kompenziraju. Dakle, vrijednostima izuzetog materijala iz skladišta treba dodati vrijednost neutrošenog materijala i materijala u eksploataciji na početku obračunskog perioda i odbiti njihove vrijednosti na kraju obračunskog perioda.

Gradilište Brana Ek jedinica Betonirci

Evidencija utroška materijala za mj. kolovoz 1965.

DATUM	VRSTA MATERIJALA: cement	šljunak	voda	El. energija	nafta	motorno ulje	tov. mast									
	kg	m³	m³	kwh	kg	kg	kg									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Početno stanje	15.000	100	—	—	—	10	—									
1	50.000	210			100	—	5									
31	40.000	100	-	-	-	-	-									
Ukupno	1,045.000	7.370	615	15.200	1.200	50	25									
Stanje na 31. VIII	27.800	170	-	-	60	-	-									
Utrošak	1,017.200	4.200	615	15.200	1140	50	25									

Sl. 5

Obračun utroška materijala

Red br.	VRSTA MATERIJALA	Mjera	Količina	Planska cijena	Ukupna vrijednost utrošenog materijala
1.	cement	kg	1,017.200	25.-	25,430.000.-
2.	šljunak	m³	4.200	4,250.-	17,850.000.-
3.	voda	m³	615	160.-	98.400.-
4.	električna energija	kwh	15.200	25.-	380.000.-
5.	nafta	kg	1.140	140.-	159.600.-
6.	motorno ulje	kg	50	420.-	21.000.-
7.	tov. mast	kg	25	400.-	10.000.-
			Ukupno		43,949.000.-

Sl. 6

„HIDROELEKTRA" Dnevnik rada stroja

Datum 7. VIII. 1965. Stroj Mješalica za beton 1000 l

Zajednica R. J. .... ime i prezime strojara .... Reg br. 64-012

Radna jed. Betonirci .... ime i prezime pom. strojara .... Smjena I.

SATI: RADA strojara	pomoć. strojara	stroja	ZASTOJA popravci	prekid rada viša sila	ispravan van pogona	ukupno 3+4+5+6
1	2	3	4	5	6	7
8	—	6	—	—	2	8

PRIMLJENO GORIVO: Benzin	Nafta	Motor ulje	Ostala ulja	Tovat mast
8	9	10	11	12
—	20	1	—	—

potpis poslovođe (stroj — grad.) potpis skladištara

Red br	Opis rada (zastoja)	Jed mj	Količina	sati rada stroja	Kapacitet predv	Kapacitet ostvar
1	Mješanje betona	m³	93	6	15	15⁵⁰
2						
3						
4						
5						
6						

Predaje stroj u sat Potpis strojara

Prima stroj neispravan u sat Potpis strojara

Ovjerava ruk. radne jed.

HIDROELEKTRA br 119-VIII-65 8I 1000x50

Sl. 7

„HIDROELEKTRA" Mjesečni izvještaj o radu stroja

Organizaciona jedinica Brana

Ekonomska jedinica Betonirci

Datum	SATI: Rad	Prekid rada	Popravak	Ispravan van pog	Strojar	Primljeno goriva i maziva: Benzin	Nafta	Motorno ulje	Ostala ulja	Mast	Održavanje: Vrsta i broj RN	IZNOS Din	PRIMJEDBA (obrazloženje prekida rada stroja)
1	18	—	—	6	24	—	50	2,0	–	1,0	–		
31	8	8	—	—	16	—	20	0.5	—	—	—		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	350	46	—	112	592	—	1.140	50	—	25	—		Cijena 3.890.- Iznos 1,361.500.- (Najamnina)

Stroj: (Vrsta i naziv) Mješalica za beton 1000 l Red br 64-012

Br. dana rada / Mjesec / Sastavio / Kontrolirao / Obračunao / Šef odsjeka za meh.

Sl. 8

Troškovi rada strojeva, također, u pogledu evidencije, nisu predstavljali naročite teškoće i opterećivali osoblje. Svaki strojar vodi u dnevniku rada stroja sve podatke o radu stroja, zastojima, kvarovima, utrošcima pogonskog goriva, itd. (sl. 7).

Podaci iz dnevnika rada stroja svakodnevno se prenose u mjesečni pregled rada stroja, koji na jednom listu prikazuje sve podatke dnevno i ukupno (sl. 8).

Podaci o ukupnom radu pojedinih strojeva i određene najamnine (tzv. planskih cijena rada strojeva) predstavljaju ukupnu najamninu strojeva koji su radili na određenom gradilištu kroz dotični obračunski period.

S obračunom rada strojeva bilo je u početnom periodu dosta teškoća: u vođenju pouzdane evidencije o radu, određivanju najamnine, terećenju

troškova popravaka i održavanja i sl. Bilo je jasno da se prvim pravilnikom o radu i najmu strojeva svi ovi momenti neće odmah riješiti i da će u početnom periodu biti nedostataka, koji će se kod primjene uočavati i postepeno uklanjati.

Troškovi režije gradnje obuhvaćeni su, kako je navedeno, u cijenama u postotku i vezani za izvršenje plana. Planirani iznos ovih režijskih troškova predstavlja na kraju obračunskog perioda stvarni trošak, a realizirana (stvarna) režija izračunava se prema stopi ispunjenja plana.

Primjer obračuna kompleksnog nagrađivanja

Za zaključiti je iz dosad izloženog da se na dosta jednostavan način može provesti ažurni obračun kompleksnog nagrađivanja. Zbog jednostavnosti, iznijet ćemo primjer sa svega jednom pozicijom obavljenih radova. Međutim, napominjemo, da ne predstavlja gotovo nikakvu razliku i obračun za više pozicija radova, koje je ekonomska jedinica tokom obračunskog perioda izvodila.

U toku prethodnih izlaganja prikazali smo način vođenja obrazaca s podacima iz ovog primjera, na osnovu kojeg ćemo dati obračun kompleksnog učinka. Ovaj obračun se konačno utvrđuje u obrascu »Obračun kompleksnog učinka«, koji je toliko jasan, da mu nisu potrebna nikakva daljnja objašnjenja. Pod red. br. 8. dobiven je ostvareni rezultat na ostalim elementima strukture troškova (materijal, najam i režija), koji u konkretnom slučaju predstavlja razliku po obračunu ukupno realiziranih ovih troškova i njihovog stvarnog utroška (sl. 9).

Ovaj rezultat raspodjeljuje se prema postojećem pravilniku o nagrađivanju po kompleksnom učinku poduzeća. Prema ovom pravilniku (koji je individualan za svako poduzeće) daje se, za neposrednu raspodjelu, ekonomskoj jedinici samo dio postignutog kompleksnog učinka, dok se drugi dio zadržava za rezervni fond osobnih dohodaka ekonomske jedinice ili za rezervni fond osobnih dohodaka poduzeća. Iz tog fonda pokrivaju se još i

Obračun kompleksnog učinka

Red br	VRSTA TROŠKOVA	PRORAČUN TROŠKOVA	MATERIJAL	OSOBNI DOHOCI
1	Materijal izrade	Prema evidenciji troškova materijal	43,949.000.-	
2	Najam strojeva	Prema evidenciji rada strojeva	3,485.400.-	
4	Režija gradilista	Planirana količina × planirani troškovi	5,052.000.-	
7	**Ukupno stvarni troškovi**	Red br 1. do 6	52,486.400.-	
8	**Ukupno ostvareni troškovi**	Tabela „B" Radnog naloga	60,515.540.-	
9	Ostvareni osobni dohoci	-.-	4,119.560.-	4,119.560.-
10.	Ostvareni materijalni troškovi	Red. br 8—9	56,395.980.-	
11	Rezultat	Razlika (red br 10—7)	3,909.580.-	
12	Učešće osobnih dohodaka u rezultatu	% učešća OD u planskoj cijeni × rezultat 15%		586.437.-
13	**Ukupno ostvareni osob. dohoci**	Red br 9+12		4,705.997.-
14	**Obračunati osobni dohoci**	Prema obračunu radnog naloga		3,828.565.-

KOEFICIJENT $\frac{(13)\ 4,705.997.-}{(14)\ 3,828.565.-} = 1,2292$ Koeficijent kompleksnog učinka: $\frac{586.437}{3,828.565} \times 100 = 15,32\%$

Sl. 9

ovi troškovi: stimulacija ostalih radnika i rukovodilaca, povećano trošenje sredstava rada (povećana amortizacija), i negativne razlike ugovorenih i planskih cijena (egalizacioni fond).

Ukoliko se za neposrednu raspodjelu rezultata kompleksnog obračuna uzme ekonomskoj jedinici isti procenat kao što iznosi učešće osobnih dohodaka u planskoj cijeni, onda to u našem primjeru iznosi 15%, ili : 0,15 × 3,909.580 = Din 586.437.

Ovaj iznos predstavlja povećanje osobnih dohodaka radnika za daljnjih

$$(586.437 : 3,828.565) \times 100 = 15,32\%.$$

Prema prethodnim podacima u obrascima, iznosi povećanje osobnih dohodaka od tzv. premašenja vremenske norme 7,60%.

Ukupno povećanje startnih osobnih dohodaka, prema tome, iznosi premašaj norme 7,60% + kompletni učinak 15,32% = 22,92%.

Raspodjela kompleksnog učinka na pojedine članove radne brigade obavlja se na isti način kao i raspodjela premašaja norme, tj. na bazi vremena provedenog na radu i startnih osnova radnika.

Kontrola obračuna kompleksnog nagrađivanja

Naročito u prvoj fazi primjene, potrebno je da se provodi dovoljna kontrola ovih obračuna. S obzirom na jednostavnost obračuna i prethodno ažurno vođenje potrebnih podataka, pokazalo se da ovakvi obračuni mogu biti gotovi do 5-og u mjesecu za protekli mjesec, odnosno ne kasnije negoli obračuni po normi.

Kontrola obračuna svih ekonomskih jedinica s jednog područja ili velikog gradilišta, provodi se u građevnoj upravi. U prvom redu kontrolira se da li je obračun sastavljen na bazi plana rada, planskih troškovnika i planskih analiza cijena. Zatim se provjerava tačnost obračunatih stvarnih troškova materijala izrade i najma za strojeve.

Kontrola utrošaka materijala provodi se u poduzeću vrlo uspješno. Naime, svi skladišni dokumenti ispostavljaju se ažurno i isto tako dostavljaju materijalnom knjigovodstvu uprave poduzeća, gdje se također ažurno obrađuju. Na osnovu obrađenih skladišnih dokumenata, dekadno se sastavlja nalog za knjiženje, koji daje podatke o financijskoj vrijednosti utrošenog materijala obračunatog po istim planskim cijenama s kojima se obračunao kompleksni učinak ekonomske jedinice. Terećenje se prikazuje po skladištima, odnosno gradilištima, ukoliko jedno skladište snabdjeva više gradilišta. Posljednji dokumenti naloga za knjiženje završeni su redovno do 3-ćeg u mjesecu za protekli mjesec i dostavljaju se građevnim upravama. Tamo se usporede financijska terećenja materijalnog knjigovodstva s proračunima utroška materijala ekonomskih jedinica. Eventualna neslaganja se vrlo lako pronalaze, jer su isti dokumenti baza i za jedan i drugi obračun.

Jednostavna je također i kontrola stvarnih troškova najma strojeva. Strojne službe građevnih uprava prikupljaju dnevne izvještaje o radu strojeva i upisuju podatke u mjesečni izvještaj za svaki pojedini stroj. Koncem mjeseca podaci se zbroje i uspoređuju s podacima koji su obračunati u kompleksnom obračunu.

Korištenje evidencije troškova za analizu poslovanja poduzeća

Obračun po kompleksnom učinku ne samo što je utjecao na poboljšanje organizacije i svjesnu štednju svih članova ekonomske jedinice i time donio izvjesnu materijalnu korist pojedincima i poduzeću, on je ujedno omogućio da se dobiveni podaci o stvarnim troškovima po najmanjim jedinicama nosioca troškova iskoriste za detaljnu analizu poslovanja po pojedinim objektima, gradilištima, građevnim upravama i cijelom poduzeću. U daljnjem izlaganju bit će u kratkim crtama prikazan način vođenja ove proširene i sveobuhvatne evidencije, tj. daljnje obrade osnovnih pokazatelja dobivenih prigodom obračuna po kompleksnom učinku, i njeno korištenje za analizu poslovanja poduzeća, i to u analitičkom odjelu uprave poduzeća.

Kako smo iznijeli, neposredni su troškovi izrade evidentirani po pojedinim radnim nalozima i oni se mogu dalje grupirati prema potrebi, tj. prema objektima, gradilištima itd., već prema tome koji se posao ili grupa poslova želi promatrati i analizirati. Preostaje pitanje ostalih tzv. režijskih troškova. Isplatna lista, koja se završava oko 15-tog u mjesecu, daje sve podatke o režijskim osobnim dohocima. Ona je tako sastavljena da su u njoj odvojeni od neposrednih osobnih dohodaka svi ostali osobni dohoci, koji su opet pojedinačno grupirani, tako da se mogu zasebno izdvojiti (posredni osobni dohoci, osobni dohoci režijskog osoblja, pomoćnog osoblja, radionica i autoparka).

Utrošak režijskog materijala dostavlja se na istom nalogu za knjiženje kao i materijali izrade. On je već raspoređen na pojedina konta i potrebno je samo unijeti ga u odgovarajući obrazac. Obračuni sporednih pogona (radionica i autoparka) su redovno završeni do 20-og u mjesecu i sastavljeni prema nosiocima troškova, tako da se njihovi rezultati prenose bez teškoća na odgovarajuća mjesta. Preostaju još usluge trećih lica za čije se fakture tokom mjeseca vodi ažurna evidencija uz naznaku koji konto i koji objekat terete.

Sama tehnika vođenja evidencije troškova nije složena. Svaki objekat ili gradilište koje se posebno prati, ima kartoteku svih glavnijih konta, u koju se unose podaci o troškovima, i svakog mjeseca kumulativno zbroje. Iz ove kartoteke se podaci svakog mjeseca prenose u zbirni pregled građevne uprave. Kolikogod izgleda da je sve ovo vrlo obiman posao, interesantno je napomenuti da je za čitav posao na kontroli obračuna kompleksnog učinka, prikupljanju podataka o troškovima i vođenju evidencije u građevnim upravama, koje zapošljavaju i do hiljadu radnika i koje realiziraju mjesečnu proizvodnju i do 300 milijuna dinara, zaduženo svega jedno lice.

Cjelokupnu dokumentaciju kompleksnih obračuna i evidencije troškova, građevne uprave dostavljaju analitičkom odjelu uprave poduzeća. Ovdje se evidencija o troškovima dopunjuje s troškovima režije uprave poduzeća, koja se po određenom ključu raspoređuje na građevne uprave, odnosno gradilišta i objekte. Time je završen cjelokupan posao na razgraničenju troškova na njihove nosioce u poduzeću. Na taj način uprava poduzeća do 25-og u mjesecu raspolaže potrebnim podacima o troškovima u pojedinim građevnim upravama, gradilištima i objektima, s jedne, te s realizacijom prema ispostavljenim situacijama, s druge strane.

Nije potrebno posebno naglašavati koliku korist su ovi podaci pružali tokom posljednjih pet godina, naročito za sigurnu i brzu orijentaciju o uspješnosti poslovanja poduzeća općenito i po pojedinim objektima, mogućnost poduzimanja potrebnih intervencija gdje je to potrebno, praćenje obračunavanja radova prema investitorima i brzo interveniranje u pogledu obračuna naknadnih radova i potraživanja.

Sve ove velike prednosti proizlašle su iz temeljite i svestrane evidencije, koja je nužno slijedila na temelju uvođenja obračuna po kompleksnom učinku.

Analitički odjel raspolaže sa svim planovima, obračunima i izvještajima, analizira, među ostalim, i realizaciju planiranih postavki, tj. normativa rada, materijala, rada strojeva, te ostalih bitnih pokazatelja koji služe u daljnjem radu odje lupripreme rada za korekciju planskih pokazatelja i njihovu eventualno potrebnu korekciju u najrealnije okvire.

Zaključak

Izneseni postupak predstavlja jedan daljnji korak u nastojanju učvršćenja i poboljšanja organizacije građevnog poduzeća. U skoroj perspektivi predviđa se njegova adaptacija uslovima još veće samostalnosti i odgovornosti pojedinih organizacionih jedinica (građevnih uprava, gradilišta, sporednih pogona), kod čega se očekuje postizavanje još povoljnijih rezultata.

Napomena: Ovdje spomenuti iznosi i cijene, dati su u starim dinarima.

PNEUMATSKO ŽBUKANJE - REZULTATI ISPITIVANJA KVALITETE*

Na našoj gradnji »Vinodol« treba izraditi velike količine kvalitetne žbuke u tunelima i na raznim drugim objektima. Predviđeno je, da se žbukanje obavi gunitiranjem pomoću specijalnih inozemnih aparata na pogon komprimiranim zrakom (tipa Torkret, koji prerađuju suhu mješavinu). Ovaj način žbukanja ima nedostataka kod rada u zatvorenom prostoru kao što su tuneli, armirano.betonske cijevi za dovod vode itd., jer se stvara cementna prašina, koja je škodljiva za radnike što barataju uređajem, ometa pravilan rad i taloženjem na gotovoj žbuci umanjuje mjestimično njezinu kvalitetu. Uređaj za rad je dosta kompliciran, jer zahtijeva dovod komprimiranog zraka pod sasvim konstantnim pritiskom i posebni dovod za tlačnu vodu, te veliku stručnost i savjesnost od rukovalaca. Uređaji i pribor su specijalne sprave komplicirane izvedbe, koje zasad samo uvozimo, pa iz nemamo u dovoljnoj koločini potrebnoj za masovnu primjenu.

U cilju uklanjanja ovih teškoća tražili smo mogućnosti, da se na drugi način mehanizira nabacivanje žbuke, čime bi se ubrzao radni proces i poboljšala kvaliteta gotove žbuke u odnosu na ručnu izradu.

Lanjske godine izvršili smo pokuse s aparatom vlastite konstrukcije prema tipu »Moser Kraftbau« na osnovi podataka iz literature. Uređaj se sastoji od lonca iz kojeg se žbuka izbacuje kroz gumeno crijevo pomoću sapnice s komprimiranim zrakom na površinu koja se žbuka. S ovim uređajem nisu postignuti željeni rezultati, jer je nabacivanje uspjelo samo s vrlo žitkom žbukom, krupnoće zrna do 1 mm, koja po kvalitetu ne odgovara namijenjenoj svrsi.

Tražeći daljnje mogućnosti rješenja problema naišli smo u časopisu »Mehanizacija strojiteljstva« broj 9/48, na kratki opis ručne štrcaljke za pneumatsko žbukanje. Po slikama i podacima objavljenim u tom članku izrađen je jedan pokusni primjerak, koji je detaljno opisan u članku Ing. Studaka u istom broju ovog časopisa. S ovom štrcaljkom obavljeni su pokusi žbukanja, na temelju kojih su obavljene manje izmjene radi poboljšanja rada. Pokusi su pokazali, da je štrcaljka praktična i vrlo jednostavna za upotrebu, pa njome mogu rukovati i manje stručni radnici. Prije praktične primjene u širokoj razmjeri izvršeni su pokusi radi ustanovljenja kvaliteta izrađene žbuke, kako bi se odredila upotrebljivost štrcaljke za izradu kvalitetne žbuke kakva je potrebna kod objekata hidroenergetskih postrojenja. O rezultatima ovih pokusa izvjestit ćemo u slijedećem broju, a kasnije ćemo objaviti rezultate pokusa koji su sada u toku sa svrhom ustanovljenja pogonskih normativa, za eksploataciju u praksi. Pokusi su obavljani tako, da je štrcaljka držana na udaljenosti 50 do 70 cm od površine zida, a mlaz zraka i žbuke je upravljen na mjesto koje se žbuka. Konzistencija žbuke može prema dosadašnjim opažanjima biti nešto kruća nego što se upotrebljava kod ručnog žbukanja. Prema podacima iz citiranog članka, iznosi pritisak zraka od 2 do 2,5 at, potrošak zraka 0,3 do 0,5 m^3/min, a kapacitet žbukanja oko 200 m^2/8 h. Kod naših pokusa radili smo zrakom od 5 at na sapnici, a upotrebljena je žbuka u težinskom omjeru miješanja 1 : 4 sa savskim pijeskom do 7 mm krupnoće sa vodocementnim faktorom cca 0,75. Brzina izbacivanja žbuke iznosila je više od 5 l žbuke/min što bi odgovaralo teoretskom kapacitetu od 15 m^2/h žbuke debljine 2 cm.

Pokusi za ustanovljenje kvaliteta izrađene žbuke izvršeni su na ovaj način. Za ispitivanje čvrstoće žbuke izrađene su kvadratične ploče od žbuke dimenzije 30 × 30 cm u 2 sloja, debljine po 1,5 cm, svega 3 cm. Ploče su izrađene na podlozi od lesonita, na koje je pričvršćen drveni okvir debljine 1,5 cm, širine 3 cm. U prostor, koji je ograničen okvirom, nabačen je prvi sloj žbuke do debljine letvica. Prije početka stvrdnjavanja očišćene su letvice okvira od nabačene žbuke. Nakon stvrdnjavanja prvog sloja pričvršćen je na letvice drugi okvir od letvica istih dimenzija, u koji je opet nabačen sloj žbuke, čija je gornja površina prije početka vezanja dobro zaglađena »mistrijom«.

Nakon dovoljnog stvrdnjavanja oprezno su skinuti drveni okviri, a uzorak je oslobođen podloge, te stavljen u vlažnu piljevinu do ispitivanja.

Sastav žbuke bio je:

normalni portland cement »Sloboda«, spec. težine 3,0 t/m^3,

savski pijesak krupnoće zrna do 7 mm ovih karakteristika:

granulometrijski sastav

0/02 mm	26,4%
0/1 „	52,6%
0/3 „	64,5%
0/7 „	98,8%

specifična težina 2,59 t/m^3
prostorna težina nasuto 1,70 t/m^3
prostorna težina nabijeno 1,92 t/m^3
gustoća nasutog pijeska 1,7 : 2,59 = 0,66
koeficijent granulacije (po Grafu) K = 1,565.

Prva pokusna smjesa sastava c : p : v = 1:3,7:0,8 (390 kg pc, 17% vode) bila je previše žitka. Druga pokusna smjesa sastava 1 : 4 : 0,7 (390 kg pc, 14% vode) dala je upotrebljive rezultate, ali je zbog sigurnije obradljivosti i pouzdanijeg funkci-

---

* *Autor članka je Ing. Ervin Nonveiller, Zagreb. Članak je objavljen u »Građevinaru« broj 8/1949. god.*

oniranja štrcaljke pod eksploatacionim prilikama odabrana nešto žitkija smjesa, prosječnog sastava 1 : 4, 05 : 0,74 (380 kg pc, 14,6% vode). Konzistencija žbuke nije mjerena, njezina plastičnost bila je takva, da se teško nabacivala ručno na vertikalne stijene, dok se pneumatskom štrcaljkom još dobro prerađivala. S ovom žbukom izrađena su tri uzorka 30 × 30 × 3 cm, prema gore opisanome, od kojih je uzorak I nabačen ručno, uzorci II i III štrcaljkom. Temperatura zraka iznosila je za vrijeme izrade i prva 3 dana stvrdnjavanja uzoraka cca +7° C. Nakon toga uzorci su preneseni u prostorije prosječne temperature + 18° C, te su čuvani u vlažnoj piljevini za vrijeme od 14 dana. Tada su uzorci otpremljeni u radionicu, gdje su ispiljene gredice 3 × 3 × 20 cm koje su u starosti do 28 dana ispitane na savijanje i na pritisak. Rezultati ovih pokusa su slijedeći:

Prostim okom se jasno vidi razlika između ručne i pneumatske žbuke, jer je ručna žbuka mnogo poroznija (mjehurići vode i zraka), te se djelomično nazire i spojnica između prvog i drugog nabačenog sloja. Pneumatska žbuka nema vidljivih pora, a spojnica između dva sloja nije nigdje primjetljiva. Prostorne težine ispitanih gredica navedene su u tablici broj 1.

TABLICA 1

Uzorak	Prizma	h cm	b cm	l cm	V cm³	G gr	gr/cm²
I	2	3,07	3,40	20,0	209	439	2,10
	3	3,05	3,50	20,0	214	422	1,97
	4	3,05	3,50	20,0	214	440	2,05
				srednje	637	1301	2,04
II	1	3,05	3,25	19,9	197	440	2,24
	2	3,05	3,21	19,9	195	426	2,19
	3	3,05	3,37	19,9	204	444	2,18
				srednje	596	1310	2,20
III	1	3,06	3,35	20,0	205	446	2,18
	2	3,07	3,34	20,0	205	444	2,17
	3	3,07	3,29	20,0	202	433	2,14
				srednje	612	1323	2,16

Ako pretpostavimo da je 20% vode za miješanje istinuto iz uzorka prilikom zaglađivanja uslijed izdvajanja na površinu i uslijed isparavanja za vrijeme rada, smanjuje se stvarni v : c faktor na cca 0,6 te ogledi sadrže 400 kg pc. Teoretska prostorna težina ovakve žbuke bila bi:

na 1000 l žbuke ima cementa	400 kg
vode 400 × 0,6	240 kg
pijeska 400 × 4,05	1620 kg
1000 l teži svega	2260 kg

Cement veže kemijski vodu do 20% svoje težine, pa bi postotak šupljina kod potpune nabijenosti žbuke iznosio

$$\left(1 - \frac{2260 - 240 \times 0{,}6}{2260}\right) \times 100 = 4{,}5\%.$$

Za ručno nabačenu žbuku imamo postotak šupljina:

$$(1 - 2040 : 2260) \times 100 = 10\%.$$

Za pneumatski nabačenu:

$$(1 - 2180 : 2260) \times 100 = 3{,}5\%,$$

iz čega proizlazi, da je pneumatski nabačena žbuka praktički 100% nabijena.

Čvrstoća na savijanje ispitana je Michaelisovom vagom. Rezultati su naznačeni u tablici 2.

TABLICA 2

Uzorak	Prizma	h cm	b cm	w cm³	P kg	Čvrstoća pojed. kg/cm²	Čvrstoća srednje kg/cm²
I	1	3,07	3,41	5,37	87,5	44,7	
	2	3,08	3,38	5,35	82,5	42,5	
	3	3,06	3,33	5,20	80,0	42,4	
	4	3,06	3,45	5,39	92,5	47,2	44,2
II	1	3,05	3,34	5,20	102,0	53,9	
	2	3,06	3,26	5,09	103,5	55,9	
	3	3,06	3,38	5,29	95,5	49,6	
	4	3,06	3,40	5,31	99,0	51,3	52,6
III	1	3,06	3,43	5,36	111,5	57,1	
	2	3,08	3,41	5,40	105,5	53,8	
	3	3,07	3,31	5,20	94,5	52,0	
	4	3,08	3,42	5,41	89,0	45,4	
	5	3,06	3,49	5,46	119,0	60,0	53,3

Prosječna čvrstoća na savijanje iznosi:

za ručnu žbuku 44,2 kg/cm²
za pneumatsku žbuku 53,0 kg/cm².

Prema rezultatima iz tablice 2 ima pneumatska žbuka za 20% veću čvrstoću na savijanje negoli ručna.

Čvrstoća na pritisak ispitana je na preostalim dijelovima prizmica nakon ispitivanja na savijanje. Površina pritiska iznosila je cca 3,5×4,0 cm. Rezultati su naznačeni u tablici 3.

TABLICA 3

Uzorak	Prizma	a cm	Dimenzije b c cm	F cm²	P kg	kg/cm²	sred.
I	2	4,0	3,4	13,6	3070	226	
	3	4,0	3,5	14,0	2850	204	
	4	4,0	3,5	14,0	3020	621	215
II	1	4,0	3,3	13,2	4190	318	
	2	4,0	3,2	12,8	4050	316	
	3	4,0	3,37	13,5	3860	286	307
III	2	4,0	3,35	13,4	3790	287	
	3	4,0	3,30	13,2	3530	267	
	4	4,0	3,40	13,6	3040	298	
	5	4,0	3,40	13,6	4300	316	292

Prosječna čvrstoća na pritisak iznosi:

za ručnu žbuku	215 kg/cm²,
za pneumatsku žbuku	300 kg/cm².

Prema tome pneumatska žbuka ima za 40% veću čvrstoću na tlak od ručne.

Na preostalim dijelovima prizmi ispitano je kapilarno upijanje vode. Uzorci su ravnim krajem stojećke postavljeni u vodu dubine 18 mm. Nakon 120 sati ustanovljena je visina do koje je ogled vlažan. Rezultati su ovi:

Uzorak	prosječna visina vlažnosti	kapil. dizanje
I	36	18
II	33	15
III	33	15

Kapilarno dizanje vode je kod pneumatske žbuke za 17% manje, nego kod ručne.

Rezultati ovih pokusa pokazuju da se ovom jednostavnom spravom može znatno poboljšati kvalitet žbuke, pa je vrlo vjerojatno da će se barem za neke radove moći praktično upotrebiti umjesto znatno skupljeg i kompliciranijeg gunitiranja.

Sada je u toku žbukanje tunela za dovod vode jedne hidroelektrane. Dosadašnji rezultati potpuno zadovoljavaju po kvaliteti i koštanju, a izvode se samo s priučenim radnicima.

STRUČNI ČLANCI I PRIKAZI OBJELODANJENI U »GRAĐEVINARU« O OBJEKTIMA I RADOVIMA KOJE JE IZVODILO GRAĐEVNO PODUZEĆE »HIDROELEKTRA«, ZAGREB

1/1949. Ing. **Ervin Nonveiller** — Obrađivanje betona s obzirom na vidljive plohe objekata

4/1949. Ing **Ervin Nonveiller** — Proizvodnja i primjena komprimiranog zraka na gradilištu

8/1949. Ing. **Ervin Nonveiller** — Pneumatsko žbukanje

10—11/1949. Ing. **V. Murzo** — Transport na gradilištu trafostanice Zagreb I

12/1949. Ing. **Ervin Nonveiller** — Primjena pneumatskog žbukanja u praksi

7—8/1951. **Gustav Greiner** — Vezne cementne injekcije

3—4/1952. **Gustav Greiner** — Injekcioni radovi na pregradi Bajer hidroelektrane »Vinodol«

7—8/1952. Ing. **Ervin Nonveiller** — Uređaji za proizvodnju i prosijavanje na frakcije agregata za beton

4/1953. Ing. **Ervin Nonveiller** — Projektiranje i građenje nasute pregrade Lokvarka

6/1953. Ing. **R. Sabljak** — Hidroelektrana Gojak kod Ogulina

2/1954. Ing. **M. Čalogović** — Armirano-betonski tlačni cijevovod hidroelektrane »Nikola Tesla« (Vinodol)

2/1954. Ing. **Milan Mrvoš** — Iskorištenje vodne snage potoka Križ u hidroelektrani »Nikola Tesla«« (Vinodol)

4/1954. Ing. **Ervin Nonveiller** — Neki problemi građenja i projektiranja armiranih betonskih cijevi za hidroelektrane

6/1955. Ing. **Ervin Nonveiller** — Dovršena je gradnja nasute brane Lokvarka

1/1956. Ing. **Stjepan Reštarević** — Hidroenergetsko rješenje područja Cetine i kraških polja

2/1956. Ing. **Valter Janaček** — Povodom završetka izgradnje HE »Nikola Tesla« (Vinodol)

2/1956. Ing. **Stanko Manestar** — Iskop dionice Drenovac — Gojak tunela HE Gojak primjenom suvremenih metoda rada

2/1956. Ing. **Valter Janaček** — Izgradnja dovodnog tunela HE Gojak

4/1956. Ing. **Valter Janaček** — Premiranje u građevinarstvu

4/1956. Ing. **Valter Janaček** — Suvremene metode na betoniranju dovodnog tunela za HE Gojak

5/1956. Ing. **Valter Janaček** — Proračun zrakovoda na gradilištima

6/1956. **Z. L.** — Gradnja mosta preko rijeke Save u Jankomiru

Poseban broj/1956. Ing. **Branislav Kujundžić** — Ispitivanje stene u dovodnom tunelu hidroelektrane Gojak

Poseban broj/1956. Ing. **Josip Rumenović** — Proizvodnja agregata i priprema betona na gradilištu Drenovac (HE Gojak)

Poseban broj/1956. Ing. **Mirko Sever** — Hidroenergetski čvor Lika — Gacka s obzirom na akumulaciju na rijeci Lici

1/1957. Ing. **M.Čalogović** — Primjena B. F. Z. betona kod spajanja armirano-betonskih cijevi

3/1957. Ing. **Valter Janaček** — Stanje radova na izgradnji hidroelektrane Gojak kod Ogulina

6/1957. Ing. **Stjepan Reštarević** — Hidroelektrana Split na Cetini

8/1957. Ing. **Valter Janaček** — Gradnja sabirnog kanala uz autoput u Zagrebu

12/1957. Ing. **Valter Janaček** — Primjena suvremenih metoda kod betoniranja obloge dovodnog tunela HE Gojak

3/1958. Ing. **Valter Janaček** — Prekoprofilski iskop kod izgradnje tunela

5/1958. Ing. **Z. Eiler** — Ekskurzija na HE Gojak

7/1958. Ing. **M. Kružičević** — O iskustvima laboratorijskog rada na izgradnji HE Gojak

10/1958. Ing. **B. Bonacci** — Gradilište autoputa Zagreb—Ljubljana, dionica Zagreb—Bregana

11/1958. Ing. **B. Bonacci** — Tehnički noviteti na gradilištu autoputa Zagreb—Ljubljana

11/1958. **Milan Jančiković** — »Rheax« postupak kod masovnih betonskih radova

1/1959 — Dovršena je gradnja dionice autoputa Zagreb—Ljubljana

2/1959. **E. S.** — Obrana od poplave i odvodnja Lonjskog polja

3/1959. Ing. **Ivan Celmić** — Izgradnja autoputa Zagreb—Ljubljana, koji prolazi kroz područje NR Hrvatske

3/1959. Ing. **Valter Janaček** — Dovršena je izgradnja hidoelektrane Gojak kod Ogulina

4/1959. Ing. **N. Čulinović** — Vodovod Oštarije—Tounj

5/1959. Ing. **J. Rumenović** — Izgradnja zagata za branu Prančevići

4/1960. Ing. **Z. Sabljak** — Primjena tiksotropne suspenzije za spuštanje bunara

5/1960. Ing. **Valter Janaček** — S gradilišta brane Prančevići HE Split

6/1960. **M. Cetinić** — Govor povodom proboja dovodnog tunela HE Split

8/1960. Ing. **Valter Janaček** — Započela je izgradnja HE Senj

9.1960. Ing. **B. Zlatović** — Podaci o građenju dovodnog tunela HE Split

1/1961. Ing. **Valter Janaček** — Izgradnja II etape brane Prančevići HE Split

2/1961. Ing. **J. Mužević** — Beton brane Prančevići HE Split

2/1961. Ing. **M. Pilar** — Početak radova na Lonjskom polju

3/1961. Ing. **L. Rac** — Što je uvjetovalo uređenje zaštitnog područja vodovoda u Martinšćici općine Sušak

4/1961. **V. J.** — Povodom 15-godišnjice osnivanja i djelovanja građevnog poduzeća »Hidroelektra«, Zagreb

5/1961. Ing. **Valter Janaček** — S gradilišta hidroelektrane Rijeka

12/1961. Ing. **J. Mužević** — Dovršena je izgradnja brane Prančevići HE Split

6/1962. — Predsjednik Tito pustio u pogon hidroelektranu Split

7/1962. Ing. **Valter Janaček** — O građenju hidroelektrane Split

1./1963. **M. Jančiković** — Velika gradilišta niskogradnje u Sloveniji i Hrvatskoj

4/1964. Ing **Zdenko Schwartz** — Hidroelektrana Senj

7/1964. Dr **Z. Petrinović** — Pomoć SR Hrvatske razrušenom Skoplju

9/1964. **M. Jančiković** — Jadranska cesta — najveće gradilište u Hrvatskoj 1964

4/1965. **M. Jančiković** — S velikih gradilišta u području Rijeke.

Kratke vijesti

NAJVEĆE ŠTETE OD POPLAVE U HRVATSKOJ U 1965. ZADESILE STAMBENO KOMUNALNE OBJEKTE

U nepunu godinu dana katastrofalne poplave u Hrvatskoj nanijele su štete u ukupnom iznosu od preko 224 milijarde dinara. Najveći dio šteta otpada na stambeno-komunalne objekte (36,2%) i privredu (36,1%).

Struktura ukupno nastalih šteta izražena u milijardama dinara je redom: privreda (81,0, a od toga poljoprivreda i šumarstvo 36,3), stambeno-komunalni objekti (81,2), komunalni i vodoprivredni objekti (10,2), neprivredni objekti (3,3), dok štete na imovini građana iznose 16,1, a efektivni troškovi za spašavanje i rješavanje hitnih problema iznose 24,3 milijarde.

Po pojedinim područjima štete iznose, u milijardama: Zagreb 146,2, kotar Osijek 59,0, kotar Rijeka 9,6, kotar Varaždin 6,7, kotar Sisak 2,3, kotar Bjelovar 1,0.

Za sanaciju šteta ukupno je angažirano nešto više od 104 milijarde dinara iz svih izvora.

Iznosi su dati u starim dinarima.

R. P.

STANOVI POSTAJU ROBA ZA TRŽIŠTE

Od početka 1966. uvodi se novi način izdvajanja sredstava za stambenu izgradnju, a bankama omogućuje da tim sredstvima dugoročno kreditiraju izgradnju stanova.

Suština izmjene svodi se na to da se radnim organizacijama omogući da sredstva za stambenu izgradnju koriste odmah, iz fonda zajedničke potrošnje, odnosno prije izrade završnog računa za poslovnu godinu. Ova sredstva mogu se isključivo koristiti za stambenu izgradnju, za davanje kredita članovima kolektiva za stan, za otplate anuiteta za zajmove kojima su radne organizacije prije gradile stanove i slično.

Banke će odobravati kredite za izgradnju stanova 15 mjeseci poslije uplate određenog kredita. Ovo će povoljno utjecati na građane i radne kolektive, na građevinske organizacije i banke.

Stan na taj način sve više postaje roba za tržište.

R. P.

UČEŠĆE JNA U JAVNIM RADOVIMA

Znatno je učešće jedinica JNA u gradnji mostova, cesta, tunela i dr. Spajajući izobrazbu inženjerskih jedinica s interesima zajednice, vojnici sudjeluju u

gradnji javnih objekata. Dajući prilog privrednom razvoju zemlje, od 1946. godine do pred kraj 1965. jedinice JNA su izgradile i rekonstruirale 816 km željezničkih pruga, 2363 km cesta, 10 km mostova, 7050 m tunela, itd. R. P.

IZGRADNJA NOVOG TRNJA U ZAGREBU

Trnje, općina i naselje na užem području grada je predio najvećih kontrasta u Zagrebu. U neposrednoj blizini niskih i neuglednih prizemnica dižu se suvremene višekatnice. Susreli su se tako nekontrolirana izgradnja, nastala uglavnom između dva rata, i urbanizirani gradski dijelovi.

Urbanističkim programom Zagreba ovo je područje označeno kao buduće gradsko središte. Kada će Trnje to postati, kad će sasvim izrasti novo Trnje, sada je to teško reći. Rekonstrukcije će biti veoma brojne i izvodit će se u etapama. Zasad postoji samo idejno urbanističko rješenje nastalo nedavno u Gradskom urbanističkom zavodu.

Trnje bi tom rješenju umjesto sadašnjih 60.000 stanovnika imalo 80.000. Tako mali porast stanovnika je zbog toga što bi se ovdje osim stambenih zgrada gradili mnogi javni objekti. Stanovi bi se za Trnjane gradili u četverokatnicama, osmerokatnicama i soliterima od 12, 16, 18 i 21 kat.

Idejno urbanističko rješenje Trnja zadržalo je neke kvalitetne prizemne i jednokatne grupe obiteljskih stambenih zgrada. Novi kompleksi jednokatnih stambenih nizova predviđaju se u južnom dijelu stambene zajednice »Trstik«.

Budući centar Trnja bi funkcionalno i vizuelno vezao stari dio grada — Trg Republike i Zrinjevac — s južnim Zagrebom, a protezao bi se od zgrade Glavnog kolodvora prema Savi. Tu bi bili poslovni neboderi, stambeni tornjevi, zatim različiti društveni, kulturni, trgovački, ugostiteljski i zabavni objekti.

R. P.

RADOVI NA KANALU DUNAV — TISA — DUNAV

Graditelji našeg najvećeg kanala »Dunav — Tisa — Dunav« u Bačkoj i Banatu do pred kraj 1965. god. izbacili su iz korita ove velike umjetne rijeke oko 85 milijuna kubnih metara zemlje.

Na području ovog značajnog hidrosistema ,koji odvodi suvišnu vodu sa 800.000 ha i navodnjava 360.000 ha oranica, izrađeno je više od sto cestovnih i željezničkih mostova, brodskih prevodnica, ustava, crpnih stanica i ostalih građevnih objekata.

Na dionicama kanala u Bačkoj završeni su gotovo svi radovi .Ostalo je da se još samo iskopaju dva milijuna kubika zemlje, podigne brodska prevodnica u Bečeju i dovrši nekoliko manjih objekata. Puštanje dunavske vode u glavnu magistralu kanala u Bačkoj moralo je biti odgođeno za ovu (1966.) godinu, jer su radnici i stručnjaci, te cjelokupna mehanizacija bili u prošloj godini tri mjeseca angažirani u odbrani od velikih poplava, a zatim i na zatvaranju prodora Dunava i utvrđivanju njegovih obala.

Radilište ovog najvećeg objekta u jugoslavenskoj poljoprivredi počima se od 1966. proširivati na područje Banata. Sva suhozemna i plovna mehanizacija bit će prvih proljetnih dana premještena u Banat. Tu predstoje dosada najsloženiji radovi s obzirom na konfiguraciju terena i prirodne tokove rijeka Tamiša i Begeja. Da bi se završili svi planirani radovi i time ujedno okončala izgradnja kanala, bit će potrebno da se u slijedećih nekoliko godina (počam od proljeća 1966.) iskopa još oko 40 milijuna kubika zemlje, izgradi više mostova, brodskih prevodnica, ustava itd.

R. P.

GRAĐEVNA PODUZEĆA KAO PROIZVOĐAČI STANOVA

Položaj i uloga stambenog građevinarstva su specifični. Organizacija rada, troškovi građenja, rokovi, odnos izvođač — korisnik i sl. sve su to faktori koji bitno utječu na racionalnu stambenu izgradnju. Građevinska operativa mora se brzo prilagoditi novim uvjetima privređivanja. Reforma na području stambene privrede stvara mogućnosti za brže rješavanje problema onog dijela građevinarstva koji se bave i gradnjom stanova. Očekuje se da građevinska poduzeća zauzmu potpunije pozicije proizvođača. To će ubrzati i rješavanje drugih problema koja ometaju racionalniju stambenu izgradnju, jer izvođač do sada nije bio u položaju, ni materijalno podstican, da utječe na tehnička rješenja, izbor materijala, konstrukcija, pa time ni bitnije na cijenu stana.

Postepeni prijelaz na ekonomske stanarine tražit će sve širi izbor stanova po veličini i opremljenosti. Takve zahtjeve jedino mogu zadovoljiti proizvođači stanova za tržište. R. P.

PROGRAM MODERNIZACIJE CESTA U BJELOVARSKOM KRAJU

Određene su tri najvažnije ceste koje će se modernizirati u 1966. To su relacije: Bjelovar, Križevci — — Koprivnica i Bjelovar — Čazma. Ovime se nastavlja program modernizacije cesta u ovom kraju, i to ponajviše lokalnim sredstvima. Dosad je asfaltirano 210 km.

Modernizacijom ceste Bjelovar — Daruvar bit će direktno asfaltom povezane četiri komune. Kad se radovi završe, vozači motornih vozila imat će pred sobom »asfaltirani krug« od Dugog Sela — Bjelovara — Daruvara — Novske i natrag do Dugog Sela. To će biti turistički interesantna vožnja kroz krajolike s mnogo izletišta i poznata turistička mjesta Daruvar i Lipik. R. P.

IZRADA REGIONALNOG PLANA ZAGREBA

Ove godine, usporedo s radom na generalnom urbanističkom planu grada, treba da počne i izrada regionalnog plana Zagreba. Oba se plana trebaju završiti najkasnije za tri godine, a njihova je svrha da detaljno razrade razvitak Zagreba u idućih 30 godina.

Regionalni plan trebao bi biti smjernica budućeg ekonomskog razvoja i izgradnje društvenog standarda. Njegova se izrada povjerava Zavodu za urbanizam grada, Ekonomskom i Urbanističkom institutu Hrvatske, koji će ujedno biti tehničko-organizacioni centar.

U prvoj fazi 1966. godine, razradit će se temeljna koncepcija razvoja s osnovnim ciljevima plana, politika razvoja i položaj zagrebačke regije, kako bi se

moglo detaljnije proučavati pojedina uža područja. U drugoj fazi, 1967., treba razmotriti okvirne planove dugoročnog razvoja srodnih grupa privrednih djelatnosti, s razradom saobraćajne i stanovitih popratnih procesa. Prostorna razrada plana, kao treća faza u 1968., treba da obradi zone privredne i stambeno-komunalne izgradnje. R. P.

SPECIJALNA METODA PODZEMNOG BETONIRANJA U ĐERDAPU

Na gradilištu hidroenergetskog i plovidbenog sistema »Đerdap« prvi je put u Jugoslaviji primjenjena naročita metoda podzemnog betoniranja, koja se u svijetu dosad koristila samo u nekoliko zemalja, i to isključivo za pojačanje podvodnih terena. Stručnjaci Direkcije za izgradnju »Đerdapa« su, međutim, već primijenili (u 1965.) taj sistem kod gradnje zagata, čime su znatno smanjili devizne izdatke, jer se umjesto skupih uvoznih talpi od čelika gradi dio zagata betonom, ovom novom metodom.

Ovim se sistemom rade tzv. ćelije, najisturenija mjesta zagata koja trpe najjači udar vode. Ćelije se međusobno povezuju čeličnim zidom, zbog otpornosti. Te betonske ćelije grade se pomoću specijalnog stroja koji iskopa kanal dubok 50 m i širok pola metra. U kanal se sipa naročiti rastvor gline i vode, da bi zidovi kanala postali nepromočivi. Zatim se pomoću specijalne cijevi uštrcava u kanal tečan beton. Sve se to radi pod zemljom.

No ovo nije jedina novost na ovom gradilištu. Specijalni uređaji zagrijavat će i hladiti beton za brane. Gradilište dobiva i specijalne televizijske kamere koje će biti postavljene u tzv. temeljnoj jami buduće strojarnice i na drugim mjestima. Kamere će automatski snimati izvođenje radova, čiji će tok, na posebnim televizijskim prijemnicima, pratiti glavni nadzorni inženjer. Prijemnike će imati i uprava u Kladovu, pa će takva kontrola pridonijeti većoj sigurnosti i efikasnosti radova. Poslije izgradnje »Đerdapa«, 1971., taj mali »televizijski studio« koristit će se za kontrolu plovidbe u sektoru brane i Đerdapske klisure.

R. P.

CESTE NA PODRUČJU ŠIBENIKA I ZADRA

Prošle godine je na području Šibenika i Zadra modernizirano i asfaltirano 22 km putova. No pitanje cesta nije rješeno. Od 1072 km puteva koji se nalaze na području sedam komuna, samo je 229 km asfaltirano. Ostalo su pretežno putevi četvrtog reda.

Nedavno je račun pokazao da bi bilo potrebno utrošiti 16 milijardi starih dinara da bi se putevi na ovom području doveli u stanje njihove početne vrijednosti, koja je procijenjena na 44 milijarde starih dinara. Tek nakon te intervencije moglo bi se prići normalnom održavanju. Sada se putevi povremeno »krpaju« da iz godine u godinu postaju sve lošiji.

Dosad je asfalt pokrio ceste kod Obrovca, Biograda i Benkovca, te nedaleko Drniša, a konačno je dovršena saobraćajnica između Šibenika i Slapova Krke.

Po nužnosti trebalo bi prvo modernizirati cestu između Drniša i Šibenika, zatim dionicu Obrovac — — Maslenica i Benkovac — Biograd na moru. Ništa manjeg značenja nije ni cesta Drniš — Knin, te Nin — Zadar, i neki putovi na otocima Ugljanu i Pašmanu.

U planu je da se ove godine uradi više nego lani. Općine su zainteresirane za modernizaciju cesta i voljne su osigurati stanovita sredstva.

R. P.

NOVA ŽELJEZNIČKA STANICA VINKOVCI

Krajem 1965. godine u Vinkovcima je puštena u promet novoizgrađena željeznička stanica. To je jedan od najmodernijih objekata te vrste u zemlji.

Stanica je sagrađena u suvremenoj arhitekturi i najvećim se dijelom nalazi u staklu. S vanjske strane i djelomično iznutra obložena je mramornim pločama. Funkcionalnost stanice i njene radne prostorije prilagođene su najsuvremenijim uvjetima.

Zajedno s izgradnjom putničke stanice rekonstruirana je cjelokupna mreža kolosijeka. Sagrađena su tri nova perona sa pet prilaznih kolosijeka, zatim dva slijepa kolosijeka, odnosno peron za smjer vožnje Brčko — Osijek i jedan za smjer vožnje Županja — — Slav. Brod. R. P.

U NEKOLIKO REDAKA...

RIJEKA. Krajem 1965. u Urinju je pušten u pokusni rad novoizgrađen i suvremeno opremljen pogon Riječke rafinerije za primarnu preradu sirove nafte. Ovaj će novi pogon proizvoditi gorivo za pomorske brodove i druge potrošače u industriji. U tu se svrhu izgrađuju opskrbni centri u Pločama i Baru, a predviđa se izgradnja »bunkera« i u Kopru. Luke Rijeka, Split i Dubrovnik već posjeduju takve kapacitete.

DUBROVNIK. U Platu je svečano puštena u pogon HE »Dubrovnik«. Dok se ne završi glavna brana »Grančarevo«, ova će elektrana raditi u smanjenom opsegu.

LJUBLJANA. Ako preostale predradnje budu obavljene na vrijeme, već potkraj ove, 1966. godine, imali bi početi pripremni radovi izrade projekta, raspisivanja natječaja za opremu, građevinske radove i sl., za izgradnju naše prve atomske elektrane. Vjerojatno već 1972. u jugoslavenski elektroenergetski sistem uključit će se, pored hidroelektrana i termoelektrana, i treći izvor elektroenergije: nuklearna energija. Kako se predviđa, centrala bi bila u Sloveniji, a najpogodnije mjesto je Krško na rijeci Savi.

SPLIT. Otvorena je novosagrađena i najsuvremenije opremljena Vojna bolnica. Glavni projektant ovog impozantnog objekta je Arh. Anton Ulrich, a radove su izveli poduzeća: »Ivan Lavčević« iz Splita i »Monter« iz Zagreba.

BEOGRAD. Predsjednik Republike odlikovao je za naročite zasluge stečene na radu od osobitog značenja za socijalistički razvitak zemlje, u povodu završetka izgradnje HE »Dubrovnik«, 147 graditelja radnika, tehničara i inženjera.

SARAJEVO. U Makasaru (Indonezija) ovdašnje poduzeće »Energoinvest« završava pripremne radove za gradnju velike termoelektrane.

PTUJ. Dovršeni su i posljednji radovi na gradnji jedne od najvećih farmi u SR Sloveniji i Jugoslaviji za

uzgoj svinja. U gradnju su utrošene 2 milijarde st. din. Graveđivnske radove je izvelo ljubljansko poduzeće »Gradis«.

NOVI SAD. Grupa od 114 radnika i stručnjaka Direkcije hidrosistema »Dunav — Tisa — Dunav« nalazi se u Libiji, gdje obavlja zamašne radove na uređajima za čišćenje otpadnih voda Tripolija i njihovom korištenju za navodnjavanje zemljišta. Vrijednost ovog posla, koji bi trebao da bude završen za tri i po godine, premašuje 2 milijuna engleskih funta.

SPLIT. Do kraja 1965. poduzeće »Slovenija-ceste« iz Ljubljane premašilo je, nakon tromjesečne gradnje, predviđene radove na aerodromu »Split« u Kaštelima. Radovi na pisti dugoj 2300 m bit će dovršeni do 1. VII 1966., kako je i predviđeno.

ŠIBENIK. Ovog ljeta s obje strane šibenskog zaliva neće biti više čekanja u redovima za prijelaz trajektom. Radovi na velikom mostu dobro napreduju, i bit će gotovi u julu ove godine.

BEOGRAD. Poslije intenzivne debate u skupštinskim odborima, SIV-u, privrednim komorama i drugim forumima, prihvaćen je prijedlog novog zakona o izgradnji i financiranju elektroenergetskih objekata od 1966. do 1970. godine.

RESAVICA. Na rijeci Resavici, lijevoj pritoci Resave, nikao je gradić rudara, koji dosad nije zabilježen na geografskoj karti. Ovaj gradić predstavlja i kulturni centar ovog kraja s domom kulture, suvremenim hotelom, školom i direkcijom rudnika.

ČAČAK. U prometu je nova cesta Ivanjica — Guča, pošto je bila do pred kraj 1965. g. sagrađena i posljednja dionica Vučkovica — Marina Reka.

BEOGRAD. Žiri za ocjenu projekata za drugi stupanj natječaja Izložbenog paviljona SFRJ na Međunarodnoj izložbi u Montrealu 1967, zaključio je da se prva nagrada dodijeli za rad pod šifrom »DIS« arhitekta Miroslava Pešića iz Beograda, u iznosu od 1,8 milijuna starih dinara.

ZAGREB. Od ove, 1966. godine u gradu djeluju dva stambena poduzeća: Zagreb I i Zagreb II. Poduzeća će raspolagati stambenim zgradama — stanovima i poslovnim prostorijama. Djelatnost im je upravljanje i održavanje stambenih zgrada, kupovanje i izgradnja zgrada, ubiranje stanarine. Prvo poduzeće obuhvaća ove općine: Maksimir, Sesvete, Pešćenica i Medvešćak, a drugo: Centar, Črnomerec, Trešnjevka i Trnje. Prvo raspolaže sa 1834 zgrade, odnosno 11629 stanova, a drugo sa 3700 zgrada odnosno 39451 stan.

SPLIT. 1965. god. navršilo se sto godina otkako je u Splitu proizveden prvi cement u našoj zemlji. U dokumentima je zabilježno da je potkraj 1865. proradila tvornica cementa, koja je bila svega par stotina metara od zidina Dioklecijanove palače. Neposredno prije Prvog svjetskog rata u predjelu Solina i Kaštela postepeno je izrasla najveća jugoslavenska cementna aglomeracija. Danas ove tvornice, četiri na području Solina i Kaštela i jedna u Ravnicama kod Omiša, daju godišnje oko milijun tona kvalitetnog cementa. U ukupnoj jugoslavenskoj cementnoj produkciji dalmatinski cement sudjeluje sa oko jednom trećinom. U planu je da se do 1970. produkcija poveća na 1350.000 t cementa.

PLOČE. Poduzeće koje gradi luku Ploče predložilo je da privredne organizacije Bosne i Hercegovine pomognu financiranje gradnje, koja je zbog promjena u cijenama došla u tešku situaciju. Do 1967. treba da bude završena i izgradnja širokotračne pruge Sarajevo Ploče.

BJELOVAR. Lani je tvornica keksa »Koestlin« proslavila 60 godina rada, a sada je u pogonu novosagrađena moderna tvornička zgrada.

RIJEKA. Radnici Poduzeća za ceste iz Rijeke proširili su oštećenu cestu kod Skrada za 1,5 m prema brdu, kako bi se promet lakše odvijao. Oštećenje je nastalo odronjavanjem zemlje.

TUZLA. Krajem 1965. otputovala je i posljednja grupa poljskih stručnjaka koji su pomagali tušanjskim rudarima u izgradnji rudnika kamene soli, jedinstvenog objekta te vrsti u našoj zemlji.

SKOPJE. Do kraja 1972. god. u SR Makedoniji će se izgraditi melioracioni sistemi »Pelagonija«, »Tikveš«, »Bregalnica« i »Strumica«, u čijoj izgradnji sudjeluje federacija sa preko 55 milijardi, a SR Makedonija sa 46 milijardi starih dinara. Sistem »Pelagonija« trebao bi biti dovršen do kraja 1966, »Tikveš« 1968, »Bregalnica« 1970, a »Strumica« do kraja 1972. godine.

ZAGREB. Krajem 1965. pušten je u rad novosagrađeni pogon Tvornice papira. Građevinsko poduzeće »Tehnika« završilo je novu halu u rekordnom roku od 3 mjeseca. Time su uklonjene štete od požara u aprilu 1965.

AUTOPUT. 27. XII 1965. pušteni su u eksploataciju telefonski uređaji na suvremenom putu broj 1 na relaciji Zagreb — Slav. Brod — Lipovac (granica SR Srbije). Postavljeno je 28 telefonskih uređaja, te izgrađeno 28 parkirališta.

R. P.

Iz inozemnih časopisa

PREDNAPREGNUTI MOST OD MONTAŽNIH ELEMENATA

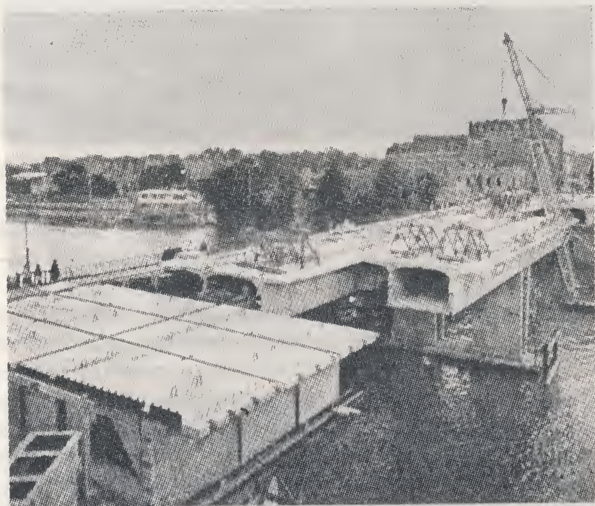
(Construction Methods and Equipment, Juni 1965)

Cestovni most preko Seine u Choisy-le- Roi kraj Pariza predstavlja smiono rješenje koje je omogućilo montažnu izvedbu gornje konstrukcije mosta bez ikakve skele. Most je širine 28 m, ukupne dužine 128 m i ima 3 raspona, i to srednji od 54 m, te postrane od po 37 m.

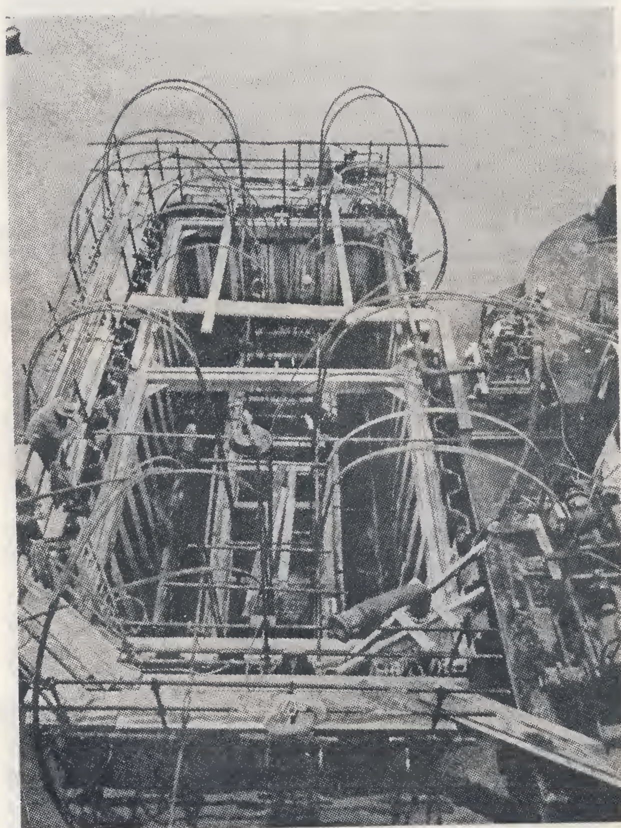
Gornja konstrukcija mosta satoji se od 4 paralelnih redova prefabriciranih elemenata (sl. 1). Ova konstrukcija je po cijeloj dužini mosta iste visine. Elementi su sandučastog oblika, širine 3,60 m, s 1,50 m dugim konzolama na gornjoj strani, tako da je ukupna širina

takvog elementa na gornjoj strani 6,60 m. Debljina vertikalnih stijena je 25 cm, gornje ploče 18 cm, a donje ploče 15 cm. Debljina donje ploče pojačava se prema stupovima postepeno na 30 cm. Dužina elemenata je 2,40 m. Samo elementi nad stupovima i u sredini srednjeg raspona su duži, i to po 4,80 m.

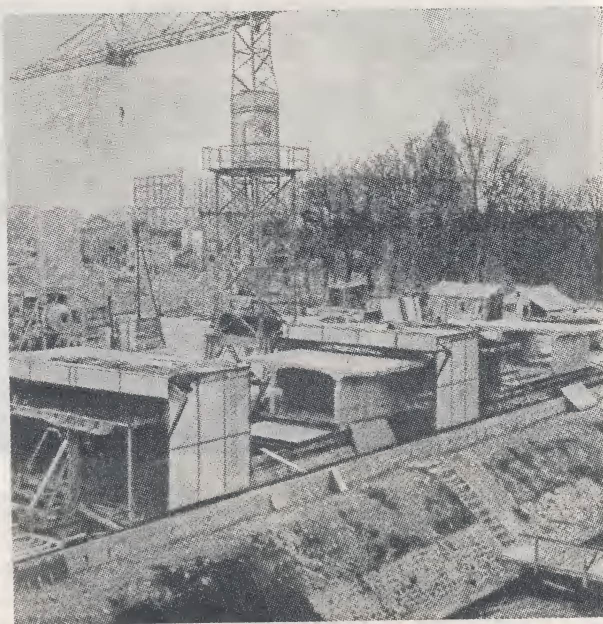
Most je izgrađen u dvije faze. Najprije je izgrađena jedna polovica (po širini) koja se sastoji od dva paralelna niza prefabriciranih sandučastih elemenata. Nakon što je na taj način izgrađena polovica širine



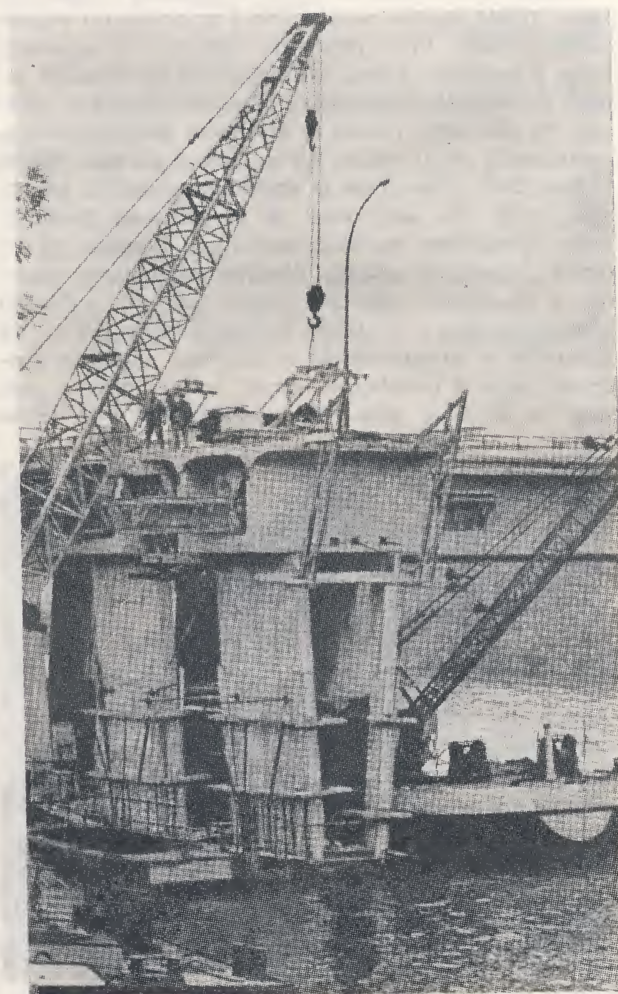
Sl. 1: Izgradnja mosta od niza elemenata



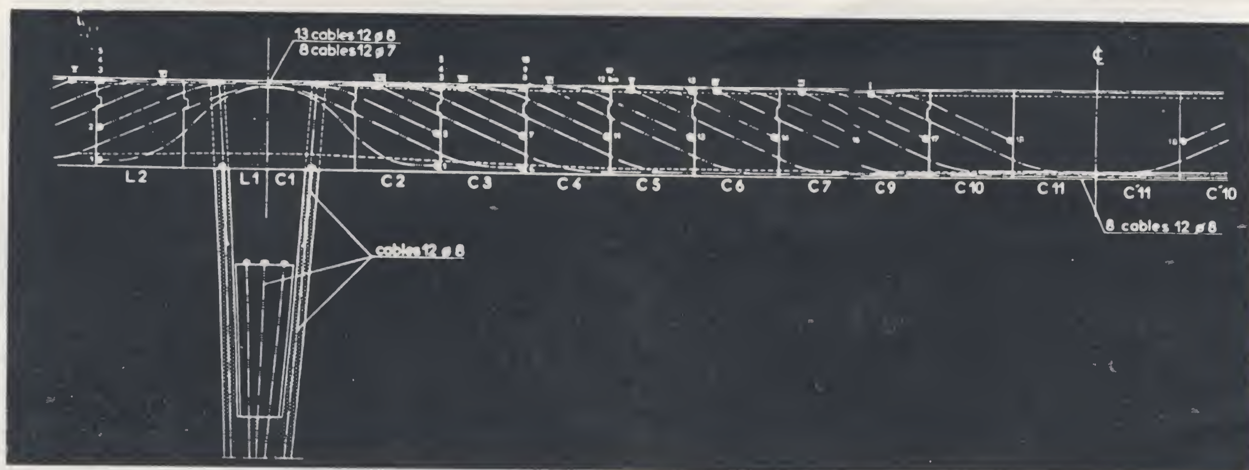
Sl. 2: Izgradnja riječnog stupa



Sl. 3: Prefabrikacija elemenata



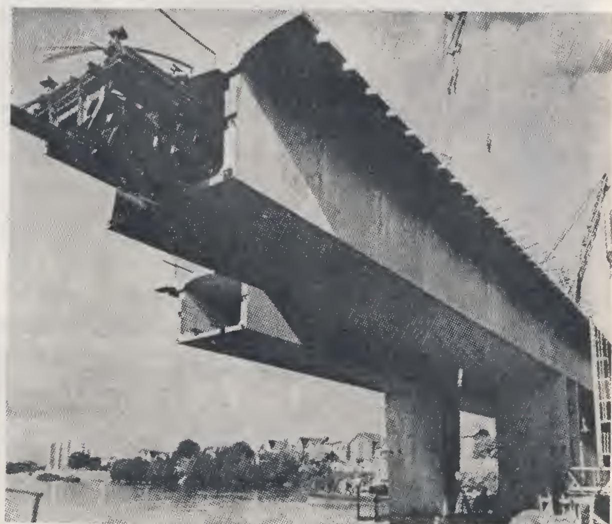
Sl. 4: Početak montaže gornje konstrukcije



Sl. 5: Tok kablova za prednaprezanje

cijelog mosta, izgrađena je na isti način druga polovica. Ovakav način građenja uvjetovao izgradnju odgovarajućih stupova. Primjenjeni su raščlanjeni stupovi s kablovima za prednaprezanje i sidrenje, budući stupovi u toku montaže elemenata nosača preuzimaju izvjesne momente savijanja.

Stupovi su temeljeni na 28 vertikalnih i kosih čeličnih pilota koji su pobijeni do 7 m duboko u vapnenačke slojeve. Prije pobijanja obavljen je podvodni iskop i ravnanje terena na kojem će se izgraditi temelj stupa. Nakon pobijanja piloti su podvodno odrezani na određenu visinu, te dizalicom spušten armirano-betonski okvir visine 1,8 m, širine 5,7 m i dužine 11,7 m. Ovaj okvir imao je oblik bunarskog (ili kesonskog) noža. Na ovaj okvir se je plovnom dizalicom stavio, prethodno na obali sastavljeni, sanduk od čeličnog žmurja, te obavilo njegovo nepropusno spajanje s temeljnim okvirom. Nakon toga je podvodno betonirano dno, i to slojem betona debljine 0,9 m. Na taj način je omogućeno da se ispumpa ograđena građevna jama i u suhome izgradi temelj stupa i sam stup (sl. 2). Stup ima dvije vrste zatega, i to jedne kojom su prednapregnuti elementi samog stupa, te druge koje služe za sidrenje gornje konstrukcije mosta u stup (sl. 5).



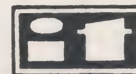
Sl. 6: Konzolna konstrukcija za podupiranje u toku montaže

Izrada sandučastih elemenata gornje konstrukcije obavljana je u 1,5 km dalekom pogonu, smještenom na obali Seine (sl. 3). Primijenjeni su precizni čelični kalupi, koji se pokreću po kolosijeku. Elementi se izgrađuju u jednoj liniji i nastavljaju se neposredno jedan na drugi, kako bi što bolje pristajali kod kasnije montaže. Kod toga se površina već dovršenog elementa, na koju se kod betoniraja oslanja slijedeći novi element, premazuje specijalnim premazom koji osigurava lako odvajanje elemenata. Beton je ugrađivan pomoću toranjske dizalice. Nakon ugradnje, beton je zagrijavan 12 sati na + 50°C. Beton je nakon 90 dana imao čvrstoću 470 kg/cm².

Plovnom dizalicom su 22 t i 44 t teški elementi prebacivani u plovni objekat i dopremani na mjesto ugradnje. Montaža je započela na stupu ugradnjom velikog elementa i njegovim usidrenjem. Nakon toga su paralelno nastavljeni, na obje strane, elementi dužine po 2,40 m. Ovi elementi ulaze zupcima u prethodno već fiksirani elemenat i povezuju se s njime pomoću kablova. Na svakom takvom elementu završavaju 2—3 kabla, koja se nakon montaže elementa nategnu silom od 55 do 60 t (sl. 5). Elementi se u početnoj fazi montaže oslanjaju na konzolnu potpornu konstrukciju (sl. 6), koja nosi elemenat sve dok ovaj ne bude pritegnut kablovima. Na opisani način obavljena je konzolna montaža stupova na obje strane. Nakon što je srednji raspon zatvoren umetanjem 4,8 m dugog elementa i dovršene 27 m duge konzole postranih raspona, spojene su te konzole s upornjacima koji su prethodno bili izgrađeni na obali. Nakon što su montirane dvije paralelne trake elemenata, povezane su ove poprečnim prednapregnutim kabelima. Iza toga izgrađena je druga polovica mosta, ostavljajući uzdužno slobodan prostor od 0,9 m. Ovaj slobodan prostor je kasnije zatvoren 18 cm debelom pločom izgrađenom na licu mjesta. Konačno je poprečnim kablovima obavljeno povezivanje i prednaprezanje ovih dvaju traka s već u prvoj fazi izgrađenom polovicom mosta.

V. J.

Iz Saveza građevnih inženjera i tehničara Hrvatske



PODJELA POVELJA POČASNIM I ZASLUŽNIM ČLANOVIMA SGITJ IZ HRVATSKE

27. prosinca 1965. održana je u Zagrebu zajednička izvanredna sjednica Izvršnog odbora Saveza građevnjh inženjera i tehničara Hrvatske i Upravnog odbora Društva građevnih inženjera i tehničara Zagreb, na kojoj su podijeljene povelje počasnim i zaslužnim članovima Saveza građevnih inženjera i tehničara Jugoslavije sa teritorija SR Hrvatske prema odluci III kongresa SGITJ u Beogradu 17. prosinca 1965.

Ova svečanost obavljena je u klupskim prostorijama Doma inženjera i tehničara u Zagrebu. Povelje je podijelio predsjednik SHITH Ing. Mišo Bauer (sl. 1). Ovim rijetkim priznanjem odlikovani su ovi naši članovi:

I Počasni članovi

1. Dipl. Ing. Vladimir Bedeković, direktor Instituta građevinarstva Hrvatske, Zagreb,



Sl. 1: Predsjednik Saveza GITH predaje povelje



Sl. 2: Počasni članovi — Prof. Nonveiller, Dr Petrinović, Josip Krpan, Ing. Davor Švalba

2. Prof. Dr Ing. Ante Franković, sveučilišni profesor u m., Zagreb
3. Dipl. Ing. Josip Klepac, viši predavač Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu,
4. Josip Krpan, član Izvršnog vijeća Sabora SR Hrvatske, Zagreb,
5. Pok. Dipl. Ing. Ivan Milković,
6. Prof. Dr Ing. Ervin Nonveiller, sveučilišni profesor, Zagreb,
7. Dr Zvonko Petrinović, direktor Zavoda za urbanizam, stambene i komunalne poslove, Zagreb,
8. Prof. Ing. Kruno Tonković, sveučilišni profesor, Zagreb, i
9. Dipl. Ing. Davor Švalba, tehnički savjetnik GP »Primorje«, Rijeka.

II Zaslužni članovi

1. Dipl. Ing. Boris Delfin, direktor Direkcije za Savu — Odjeljak Sisak,
2. Dr Ing. Josip Dreksler, Konstrukcioni biro građevne industrije, Zagreb,
3. Dipl. Ing. Marijan Gabrić, savjetnik Instituta građevinarstva Hrvatske, Zagreb,
4. Ahmed Hanić, savjetnik Privredne komore, Zagreb,
5. Dipl. Ing. Branko Jelaković, direktor Direkcije za Savu — Odjeljak Sl. Brod,
6. Uroš Kolimbatović, potpukovnik JNA u miru, Zagreb,
7. Dipl. Ing. Nikola Mark, profesor Građevinske tehničke škole, Zagreb,
8. Dipl. Ing. Josip Najman, viši građevni savjetnik u miru, Zagreb,
9. Dipl. Ing. Martin Pilar, tehn. direktor Direkcije za Savu, Zagreb,
10. Dipl. Ing. Vladimir Šilhard, tehn. direktor »Jugomonta«, Zagreb,
11. Dipl. Ing. Đuro Šimac, direktor GP »Tempo«, Zagreb,
12. Dipl. Ing. Josip Vadlja, profesor Građevinske tehničke škole, Zagreb,
13. Dipl. Ing. Željko Vrkljan, tehn. direktor GP »Novogradnja«, Zagreb,
14. Dipl. Ing. Delimir Vuletić, direktor Poduzeća za ceste, Zagreb, i
15. Dipl. Ing. Ljubo Šarić, Institut građevinarstva Hrvatske, Zagreb.

M. Jančiković

PLENARNI SASTANAK GLAVNOG ODBORA SAVEZA INŽENJERA I TEHNIČARA HRVATSKE

Na temelju referata i izvještaja izloženih na plenarnom sastanku Saveza inženjera i tehničara Hrvatske, održanom 15. I 1966, te diskusija o tim referatima i izvještajima, predsjedništvo Saveza inženjera i tehničara Hrvatske donosi slijedeće

Zaključke

1. Privredna reforma, koja je nužni preduvjet daljnjeg razvoja socijalističke privrede i društvenih odnosa, razvija se u svom početnom stadiju brže i bolje od predviđanja. Njezin daljnji tok, koji obuhvaća reformu shvaćanja i ponašanja radnih ljudi, te stil rada pojedinaca i organizacija, nužno zahtijeva puno učešće i zalaganje tehničke inteligencije.

2. Inženjeri i tehničari treba da budu nosioci težnji za poboljšanje organizacije poslovanja privrede, kroz specijalizaciju proizvodnje, podjelu rada i kooperaciju, te putem stvaranja krupnih, poslovno sposobnih radnih organizacija.

3. Investiciona politika radnih organizacija i društveno-političkih zajednica, treba da se podredi interesima zajednice. Pripreme za investicione zahvate treba da budu solidne i dugotrajne, a izvedba projekata brza i kvalitetna. U realiziranju takve politike neophodna je konstruktivna suradnja SITH i Društva ekonomista.

4. Organizacije, koje sačinjavaju SITH, treba da analiziraju probleme naučnoistraživačkog rada svoje oblasti i da predlože oblike stvaranja krupnijih, kadrovski i materijalno jačih istraživačkih organizacija.

5. Inženjeri i tehničari treba da se bore za poboljšanje kvalifikacione strukture u proizvodnji, što uključuje zaposjedanje tehničkih radnih mjesta adekvatnim stručnjacima. U tehničkim službama komuna treba nastojati da se brojčano i stručno pojača tehnički kadar.

6. Komisije za školstvo i kadrove, te predsjedništva stručnih saveza i SITH treba da se povežu s adekvatnim stručnim školama i fakultetima u cilju analize nedostataka nastave i predlaganju odgovarajućih rješenja u postojećim uvjetima i prema zahtjevima prakse.

7. Organizacije u sastavu SITH treba da svojim programima rada pomognu što brojnijem osposobljavanju tehničkih stručnjaka za kvalitetne upravljače privredom i rukovodioce proizvodnje. Stručne organizacije treba da rasprave postavke, koje bi mogle ući u kodeks profesionalne časti, poslovanja i ponašanja inženjera i tehničara.

8. Organizacioni oblici osnovnih organizacija IT i stručnih saveza treba da se prilagode suvremenim zadacima, a posebno u pogledu suradnje i zajedničkog rješavanja kod problema koji povezuju više struka.

9. Treba nastaviti inicijative za suradnju sa Socijalističkim savezom, Sindikatom, Narodnom tehnikom, Privrednom komorom i srodnim društveno-političkim organizacijama u cilju organiziranog istupanja inženjera i tehničara u rješavanju privredne i društvene problematike.

10. Referat predsjedništva SITH o ovoj tačci i zaključci treba da posluže kao osnova za daljnja razmatranja u organizacijama, koje su u sastavu SITH i za stavove inženjersko-tehničarskih organizacija u razmatranjup roblema privredne reforme.

U Zagrebu, 1. II 1966.

Predsjednik SITH
Ing. Boris Bakrač

DRUŠTVO KONSTRUKTERA HRVATSKE

U okviru društvenih djelatnosti građevinskih inženjera i tehničara formirano je Društvo konstruktera Hrvatske, koje će obuhvatiti specifične probleme i djelatnost na području građevinskih konstrukcija. Da bi se djelatnost Društva mogla što uspješnije razvijati, pozivaju se zainteresirana poduzeća i ustanove, te pojedinci, koj ise bave konstrukterskom djelatnošću, da pojedinačno i kolektivno pristupe u naše Društvo.

Pristupnice slati, s osnovnim podacima (ime, adresa i godine staža za pojedince) na adresu DITH Zagreb, Berislavićeva 6 sa naznakom »za Društvo građevinskih konstruktera Hrvatske«.

Upravni odbor



VIADUKT

GRAĐEVNO PODUZEĆE - ZAGREB









vrlo udobni ...
... trajni
praktični podni prekrivači

TUFTING tepisi iako relativno nov građevinski materijal za prekrivanje podnih površina pokazali su izvanrednu otpornost na habanje. Hodu daju elastičnost i sigurnost. Ugodnim bojama oplemenjuju prostor, raznolikošću uklapaju se u prostor stilskog i modernog namještaja.
Pristupačna cijena u odnosu na druge vrste podova — daljnja je prednost TUFTING tepiha Otočanke Zadar.